

А.Б.КАЖДАН,
Л.П.КОБАХИДЗЕ

ГЕОЛОГО-
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ



МОСКВА „НЕДРА“ 1985

Каждан А. Б., Кобахидзе Л. П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых.— М.: Недра, 1985.—205 с.

Рассмотрены принципы, цели и задачи геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых. Показана взаимосвязь геологической и экономической оценок. Даны требования к изученности месторождений и последовательности проведения геологоразведочных работ. Особое внимание уделено денежной оценке месторождений, дифференциальному горному доходу и цене разведанных запасов. Изложены вопросы оценки геологических запасов полезных ископаемых и обоснования кондиций для их подсчета. Рассмотрено содержание геолого-экономической оценки на разных стадиях геологоразведочных работ.

Для геологов, горняков и других специалистов, занимающихся поисками, разведкой и оценкой месторождений полезных ископаемых.

Табл. 27. ил. 13, список лит.— 50 назв.

Рецензент: Ю. А. Соколовский, канд. экон. наук (Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья).

Предисловие

За два последних десятилетия вопросам геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых уделяется в отечественной литературе исключительно большое внимание. Это связано с тем, что в условиях интенсивного экономического и социального развития страны данная проблема приобретает особую актуальность. От ее правильного и своевременного решения зависят обеспеченность народного хозяйства всеми видами минерального сырья, рациональное использование природных ресурсов страны и возможности повышения производительности общественного труда.

В соответствии с решениями XXVI съезда КПСС и Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года необходимо дальнейшее совершенствование основ и методов геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, поскольку перед геологической службой страны поставлены задачи последовательного расширения минерально-сырьевой базы для всех отраслей народного хозяйства.

Ограниченность и невозпроизводимость минеральных ресурсов, а также неуклонное развитие производительных сил страны требуют вовлечения в эксплуатацию все большего числа месторождений с относительно худшими природными условиями. Это осложняет их поиски, разведку и промышленное освоение. Затраты на минеральное сырье и продукцию его переработки из года в год устойчиво повышаются. В таких условиях становится очевидной необходимость более совершенной геолого-экономической оценки конкретных месторождений и их частей. От качества и полноты оценки разведанных запасов зависят направления и объемы геологоразведочных работ, удовлетворение общественных потребностей в минеральном сырье, что в конечном итоге определяет эффективность всего народного хозяйства в целом.

В трудах многих отечественных исследователей к настоящему времени разработаны научные и методологические основы геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, учитывающие важнейшие положения теории стоимости, современное состояние горной технологии, требования промышленности к качеству минерального сырья, а также к эффективности использования полезных ископаемых в народном хозяйстве. Авторы этих трудов в зависимости от специализации рассматривают вопросы достоверности исходных геологоразведочных данных и подсчета запасов полезных ископаемых, технико-экономического обоснования и методики расчета кондиций, экономической эффективности использования полезных ископаемых и определения важнейших показателей геолого-экономической оценки месторождений. При этом в работах геологического направления часто не уделяется достаточного внимания сложным вопросам экономической оценки,

а в работах экономического направления недостаточно полно рассматриваются, а порой и методически неверно трактуются геологические основы оценок запасов полезных ископаемых. Многие вопросы геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых еще остаются дискуссионными и требуют своего оптимального решения.

В течение многих лет продолжается дискуссия о критериях и показателях оценки месторождений полезных ископаемых, рассматриваются возможности использования комплексных или единых (синтезирующих) показателей геолого-экономической оценки, которые могли бы всесторонне охарактеризовать все природные особенности оцениваемого месторождения. В настоящее время в качестве синтезирующего критерия оптимальности рекомендуется использовать денежное выражение народнохозяйственной эффективности от эксплуатации месторождения, рассчитанное как разность между ценностью произведенных продуктов и суммарными затратами на их производство. Однако и в этом случае неясно, как вычислять ценность продукции — по оптовым ценам или по ценам, основанным на замыкающих затратах, с использованием или без использования приведенных затрат, с учетом или без учета фактора времени и т. д. С другой стороны, многие исследователи доказывают необходимость использования не одного, а нескольких оценочных показателей, поскольку никаким синтезирующим показателем не удастся оценить выпуск продукции в натуральном выражении, учесть влияние разведанных запасов на состояние баланса данного вида минерального сырья, перспективы развития данной отрасли минерального сырья в районном и общесоюзном масштабах или степень удовлетворения потребностей в нем.

Много дискуссионных положений связано с вопросами выбора и обоснования кондиций к подсчетам запасов полезных ископаемых. В методической литературе часто не акцентируется внимание на существенных различиях между понятиями геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых и методами обоснования кондиций к подсчету их запасов, хотя вопросы обоснования кондиций должны рассматриваться лишь как составная часть сложной проблемы геолого-экономической оценки месторождений. До сих пор дискуссионными остаются вопросы о технологическом смысле, технико-экономическом обосновании и содержании отдельных кондиционных параметров, целесообразности предельного сокращения их числа, а также о методах оконтуривания и оценки запасов при составлении различных вариантов освоения месторождений.

Вопросы оконтуривания и совершенствования подсчетов запасов тесно связаны с возможностями внедрения геолого-математических методов в практику геологоразведочных работ. Однако эффективное использование количественных методов изучения и оценки недр возможно лишь на основе системного анализа, требующего ранжирования рудоносных участков недр по их масштабам и четкой регламентации размеров объектов изучения и оценки на каж-

дой стадии геологоразведочных работ. В связи с этим требования системного подхода должны быть учтены в классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых, а также в методических указаниях к проведению геологоразведочных работ на различных стадиях.

Анализируя и обобщая различные аспекты геолого-экономической оценки месторождений, авторы используют системный подход к изучению недр и основные положения теории стоимости к решению геолого-экономических проблем. При этом они отчетливо представляют себе объективные трудности, возникающие в связи с практическим использованием выдвинутых предложений и рекомендаций, поскольку это связано с необходимостью пересмотра и совершенствования ряда действующих и утвержденных уже положений. Однако в процессе совершенствования механизма управления могут быть реализованы рассматриваемые в книге рекомендации, способствующие дальнейшему повышению эффективности геологоразведочных работ и рациональному использованию естественных ресурсов.

Главы, посвященные геологическому обоснованию оценки месторождений, написаны А. Б. Кажданом, а главы по экономическому обоснованию — Л. П. Кобахидзе. Ряд глав и разделов написаны авторами совместно.

Авторы весьма признательны сотрудникам МГРИ — В. А. Викентьеву, М. В. Шумилину, В. А. Мухину, Т. И. Пулик и Т. Н. Труниной, результаты исследований которых использованы в данной монографии, а также пользуются случаем особо поблагодарить Ю. А. Соколовского за ценные замечания, несомненно улучшающие качество книги.

Общие положения

Цель, задачи и принципы геолого-экономической оценки

В условиях социалистического хозяйства, когда недра составляют общенародную, общегосударственную собственность, главной целью геолого-экономической оценки месторождений является обоснование кондиций для подсчета их запасов и определение их народнохозяйственной значимости как источников минерального сырья для удовлетворения возрастающих потребностей страны. Правильная и своевременная геолого-экономическая оценка месторождений на всех стадиях геологоразведочных работ служит основой их рационального планирования, оценки их экономической эффективности, способствуя своевременному выявлению минеральных ресурсов и рациональному использованию недр.

Начиная с поисков полезных ископаемых геолого-экономическая оценка месторождений представляет собой неотъемлемую составляющую каждой стадии геологоразведочных работ.

После окончания поисковых работ по результатам оценки определяется целесообразность проведения предварительной разведки или обосновывается отрицательная оценка объекта исследований. По завершении предварительной разведки устанавливаются целесообразность и очередность проведения детальной разведки или принимается обоснованное решение о прекращении дальнейших работ. По окончании детальной разведки уточняется народнохозяйственное значение объекта, устанавливаются кондиции к подсчету запасов, утверждаются запасы месторождения и оно передается в промышленное освоение. В условиях действующих горных предприятий по мере проведения эксплуатационных разведок геолого-экономической оценке подвергаются отдельные участки и блоки месторождений для уточнения их горно-геологических и технико-экономических параметров. Кроме того, необходимость в геолого-экономической переоценке месторождений возникает при изменении минерально-сырьевой базы отрасли, уровней цен на продукцию горного предприятия, появлении новых технологических решений и при других условиях, существенно изменяющих экономику горно-производства.

В задачи геолого-экономической оценки входит выявление относительной хозяйственной эффективности и очередности промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, а также решение вопроса об увеличении производственных мощностей действующих горных предприятий при вовлечении в разработку забалансовых запасов или вновь выявленных запасов кондиционных руд. Результаты геолого-экономической оценки месторождений, кроме того, широко используются для:

- выбора направлений региональных геологосъемочных и поисковых работ;
- обоснования целесообразности создания или развития территориально-промышленных комплексов, планирования рационального размещения предприятий по переработке минерального сырья;
- составления общесоюзных планов охраны недр;
- рационального использования минеральных ресурсов и решения других народнохозяйственных задач.

При геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых в СССР соблюдаются следующие основные принципы.

1. Максимальное удовлетворение потребностей народного хозяйства в минеральном сырье. Потребность отдельных предприятий и отраслей промышленности в минеральном сырье определяется балансовым методом исходя из объемов производства и потребления товарной продукции. Кроме текущей и перспективной потребности, законодательством СССР и союзных республик о недрах предусматривается сохранение природных богатств для будущих поколений. В этой связи геолого-экономическая оценка призвана отобрать из числа разведанных месторождений такие объекты, освоение которых в данный период обеспечит необходимую сырьевую базу и принесет народному хозяйству наибольший экономический эффект. Месторождения, не обеспечивающие должного эффекта, считаются резервными до тех пор, пока для их эксплуатации не будут созданы соответствующие технические и экономические условия.

2. Уровень оптимальной потребности в конкретном сырье. Этот принцип определяется только для тех областей, где его использование наиболее выгодно. Во всех других случаях удовлетворение народнохозяйственной потребности в сырье определяется с учетом заменяемости и взаимозаменяемости природных ресурсов.

3. Максимальное использование природных ресурсов при минимальных затратах на получаемые из них конечные продукты. Оценка месторождений должна производиться с учетом полноты и комплексности использования его запасов. Для этого первым необходимым условием является высококачественное проведение геологоразведочных работ, в особенности достоверность сведений о количестве и качестве разведанных запасов. Второе необходимое условие — оптимальное использование разведанного минерального сырья и охрана окружающей среды. Оно требует проведения оценки на базе наиболее совершенного уровня техники и технологии добычи и переработки полезных ископаемых и соответствующего им уровня затрат.

4. Обязательное соблюдение народнохозяйственных интересов. Оценка же, учитывающая интересы отдельных коллективов или ведомств, неправомерна.

Народнохозяйственная оценка природных ресурсов охватывает всю сумму расходов, связанных с их освоением и использованием. Данные расходы должны включать затраты на геологоразведочные работы, строительство добывающих и перерабатывающих пред-

приятый, добычу, обогащение и металлургическую (химическую) переработку полезных ископаемых. Только таким путем можно отразить природное своеобразие ресурса и определить его значение для общества.

5. Дифференциальный горный доход как основа сравнительной оценки месторождений. При этом для запасов с предельными затратами (на уровне замыкающих месторождений) он равен нулю.

Факторы, определяющие промышленную ценность месторождения

Промышленная ценность месторождения определяется многими факторами, которые могут быть весьма условно объединены в три группы: социально-экономические, горно-геологические и экономико-географические.

К социально-экономическим факторам относятся: 1) значение полезного ископаемого и получаемого из него продукта для народного хозяйства и для обеспечения экономической независимости и обороноспособности страны; 2) степень обеспеченности страны данным видом полезного ископаемого.

Народнохозяйственное значение месторождения определяется потребностью народного хозяйства в данном виде минерального сырья, которая устанавливается по материалам перспективного плана развития соответствующей отрасли промышленности. Поэтому при оценке месторождения полезного ископаемого в первую очередь рассматриваются балансы запасов данного вида сырья, а также балансы производства и потребления получаемой из него готовой продукции. Эти балансы увязываются в местном, районном, республиканском и общесоюзном масштабах применительно к действующим и строящимся предприятиям-потребителям (заводы, фабрики, комбинаты) или к планируемому объему потребления. На основе такого анализа определяются конкурирующие месторождения или группы месторождений, из которых по результатам оценки отбираются первоочередные объекты для освоения. В виде исключения при остром дефиците особо важных видов полезных ископаемых в промышленное освоение могут вовлекаться месторождения даже при низкой эффективности их эксплуатации.

При оценке должны быть учтены и перспективы использования данного вида сырья: внедрение новых видов минерального сырья, замена одних его видов другими, внедрение искусственных заменителей минерального сырья, перспективы развития технологии разработки месторождения и использования полезного ископаемого. Наконец, очень важными социально-экономическими факторами оценки являются укрепление экономической независимости и оборонной мощи всех социалистических стран, внутренняя политика государства в области развития экономики отдельных районов страны, разделение труда между государствами социалистического содружества и т. д.

Горно-геологические факторы представляют собой совокупность данных, предопределяющих масштабы горнорудного

предприятия, горнотехнические условия разработки месторождения, а также технологическую схему переработки полезного ископаемого и получения из него готового продукта. Эта группа включает важнейшие данные о месторождении: качество полезных ископаемых, содержание полезных и вредных компонентов и их запасы, морфологию, строение и условия залегания скоплений полезных ископаемых, технологические свойства минерального сырья и горно-геологические условия эксплуатации месторождений.

А. Природные особенности месторождений

I. Горно-геологические факторы

1. Величина промышленных запасов, тыс. т
2. Глубина залегания залежей, м
3. Рельеф земной поверхности
4. Угол падения залежей, градус
5. Форма залегания рудных тел
6. Мощность залежей и покрывающих пород, м
7. Крепость руды и боковых пород
8. Устойчивость руды и вмещающих пород
9. Гидрогеологические условия месторождения
10. Степень трещиноватости пород
11. Газообильность горных пород
12. Равномерность распределения в залежах полезных минералов и их скоплений

II. Вещественный состав полезных ископаемых

1. Химический состав: содержание основного полезного компонента, %; содержание сопутствующих полезных компонентов, %; содержание вредных примесей, %
2. Минеральный состав
3. Тектурные и структурные особенности полезного ископаемого
4. Физические и химические свойства: влажность, плотность, объемная масса, твердость, магнитные свойства минералов

Б. Экономико-географические факторы

1. Физико-географические особенности района
2. Транспортные условия
3. Водные ресурсы
4. Энергетические ресурсы
5. Наличие в районе месторождений других полезных ископаемых
6. Степень развития района

Качество полезных ископаемых определяется совокупностью химических, физических и технических свойств, обеспечивающих возможность его промышленного использования. Качественная характеристика минерального сырья зависит прежде всего от содержания в нем полезных компонентов, а также от его физических и других специфических свойств. Содержание полезных компонентов в минеральном сырье, в частности содержание металлов в рудах, оказывает большое влияние на себестоимость конечного продукта. При прочих равных условиях его себестоимость будет меньше во столько раз, во сколько раз больше будет извлечено его из 1 т руды. Достоверное определение среднего содержания металла имеет исключительно важное значение для правильной оценки большинства рудных месторождений.

Ошибка в подсчетах запасов руды имеет гораздо меньшее значение по сравнению с ошибкой в определении содержания металла, ибо последствия неправильного определения запасов скажутся только после отработки всех запасов и выразятся лишь в сокращении срока эксплуатации месторождения. Ошибка же в определении содержания металла отразится на результатах эксплуатации с первого дня. Если фактическое содержание металла в руде окажется ниже установленного, немедленно снизится выпуск готовой продукции (концентрата, металла и др.), повысится ее себестоимость, сократятся прибыль, рентабельность, а также эффективность капитальных вложений. Чем беднее руда, тем большее значение имеет правильное определение содержания металла.

Оценка месторождения должна предусматривать комплексное использование сырья, а также извлечение всех содержащихся в нем компонентов, если это извлечение является рентабельным. Для месторождений цветных и черных металлов, в особенности для месторождений железа и марганца, важным вопросом определения качества минерального сырья является наличие и содержание вредных примесей, а также поведение этих примесей в процессе переработки руды.

Единственным научно обоснованным способом выявления качества полезных ископаемых является их химическое, минералогическое или техническое опробование. Требования промышленности к изученности качества полезных ископаемых не ограничиваются только возможностями оценок средних содержаний полезных и вредных компонентов в разведываемых объемах недр, а включают в себя сведения, позволяющие судить о пространственном размещении участков с различными их содержаниями, а также о характеристике пространственной изменчивости содержаний в контурах оцениваемых месторождений. Так, при отсутствии естественных контактов полезных ископаемых с вмещающими породами по данным опробования оконтуриваются их промышленно-ценные скопления, выявляются морфологические особенности и внутреннее строение этих скоплений.

Оконтуривание залежей и зон полезных ископаемых по данным их сплошного опробования стало столь обычным приемом в практике геологоразведочных работ, что оптимальность и правомерность проводимых контуров, как правило, даже не подвергается сомнению. Однако при этом упускается из виду, что любые содержания имеют реальный смысл лишь применительно к конкретным объемам недр. В рассматриваемом случае содержания полезных и вредных компонентов относятся к объемам отобранных проб и, следовательно, характеризуют изменчивость свойств полезного ископаемого только в пределах этих объемов. Любое изменение геометрии проб неизбежно приводит к соответствующим изменениям соотношений рудных и нерудных объемов недр, если границы между ними проводятся по некоторому заданному содержанию.

Таким образом, только за счет изменения геометрии проб можно получить разные представления о морфологии, объемах и внут-

реннем строении залежей, даже при оконтуривании их по одному и тому же заданному содержанию. Очевидно, что для получения однозначных результатов необходимо установить те элементарные объемы недр, к которым следует относить выборочные значения содержаний. Применительно к задачам геолого-экономической оценки месторождений такими объемами могут служить «элементарные блоки селекции» полезного ископаемого, т. е. такие минимальные объемы горной массы, которые при проектируемом способе ведения очистных работ будут отнесены либо к руде, либо к пустой породе и могут рассматриваться как условно неделимые. Переход от содержаний в практически линейных пробах к содержаниям в соответствующих им объемных «блоках селекции» также связан с дополнительными трудностями, поскольку возникает необходимость учета изменения дисперсий содержаний в зависимости от геометрии блоков и пространственных закономерностей размещения полезных компонентов в оцениваемых объемах недр. Поэтому при оконтуривании промышленно ценных скоплений полезных ископаемых, особенно на ранних стадиях геологоразведочных работ, предпочтительно максимально использовать комплексы геологоструктурных, геолого-минералогических и геофизических признаков, способствующих уверенной геометризации рудоносных объектов недр, а по данным опробования — оценивать средние содержания и характеристики степени рудонасыщенности в оконтуренных объемах.

Количество минерального сырья в недрах определяется его массой. Запасом полезного ископаемого называется разведанное или предварительно оцененное количество минерального сырья в недрах, отвечающие по своему качеству современным требованиям горной промышленности. Суммарные запасы месторождения определяют годовую производительность будущего горного предприятия и капитальные вложения в освоение месторождения.

Качественная и количественная характеристики запасов полезных ископаемых тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Изменение качественной характеристики полезного ископаемого приводит к изменению запасов полезных компонентов и полезной горной массы.

Повышение нижнего предела содержания полезного компонента улучшает качество полезного ископаемого, но приводит к сокращению его запаса. Эта закономерность отчетливо проявляется при любых масштабах исследований от единичного разведочного пересечения до месторождения полезного ископаемого, рудного поля и более крупных металлогенических единиц. Поэтому сведения о содержаниях полезных компонентов без упоминания опробованных мощностей или объемов недр, на которые эти содержания распространяются, не имеют практического смысла. Общеизвестно, что чем меньше установленное предельное содержание металла, тем больше мощности и размеры залежей, запасы руд и металлов. Среди месторождений любого геолого-промышленного типа встречаются мелкие, средние, крупные и весьма крупные месторожде-

ния, различающиеся по величинам запасов полезных ископаемых на несколько порядков. При этом для месторождений практически всех полезных ископаемых характерна обратная зависимость между их числом в каждой из перечисленных групп и содержащимися в них запасами полезных компонентов. Так, например, по данным В. А. Ларичкина [28], в весьма крупных месторождениях олова, составляющих около 5% общего числа оловорудных месторождений, сосредоточено свыше 40% запасов олова, в то время как в мелких месторождениях, включающих более двух третей их общего числа, содержится менее 20% запасов этого металла.

Еще бóльшая неравномерность распределения запасов полезных ископаемых наблюдается в пределах отдельных месторождений, их участков и рудных тел. Так, например, в большинстве оловянных месторождений свыше половины их запасов сосредоточено в двух-четырёх крупных рудных телах, а остальная их часть размещается в многочисленных мелких залежах. Таким образом, главную роль в общих балансах запасов конкретных полезных ископаемых, а также в запасах отдельных рудных полей играют немногочисленные, но крупные и весьма крупные месторождения и другие рудные тела, выявление которых обеспечивает уверенную и достоверную геолого-экономическую оценку разведываемых объектов.

Единство и взаимообусловленность качественной и количественной характеристик минерального сырья требуют при геолого-экономической оценке месторождений их одновременного учета. Ускоренная отработка месторождений высококачественных полезных ископаемых, непрерывное расширение мощностей горнорудных предприятий и вовлечение в интенсивную эксплуатацию крупных месторождений с рядовыми и бедными содержаниями полезных компонентов свидетельствуют об относительности установившихся понятий «богатых, рядовых и бедных руд». Вкладываемые в эти понятия представления о качестве полезных ископаемых непостоянны и во многом зависят от объективно изменяющихся во времени условий их добычи. Наиболее ценными для народного хозяйства оказываются не те месторождения, которые содержат самые богатые руды, а те, которые обеспечивают максимальные масштабы производства и минимальную себестоимость продукции. Чаще всего к ним относятся крупные месторождения бедных или рядовых руд.

Технологические свойства минерального сырья, определяющие возможность и экономическую целесообразность его переработки, зависят от совокупности качественных показателей, из которых кроме содержаний компонентов, первостепенное значение имеют:

— минеральный состав сырья, распределение полезных компонентов и вредных примесей по отдельным минералам, формы и размеры полезных минералов, характер их сростаний друг с другом, порообразующими и жильными минералами, текстуры и структуры минеральных агрегатов;

- физические свойства минерального сырья и слагающих его полезных минералов, их твердость, хрупкость, плотность;
- химический и минеральный состав вмещающих пород и жильной массы.

Для правильного решения задач комплексного использования полезного ископаемого необходима исчерпывающая информация о полном наборе, содержаниях, особенностях вхождения и закономерностях пространственного размещения всех ценных попутных компонентов, а для решения проблемы охраны природы — столь же подробные сведения о содержащихся в сырье вредных примесях.

Выделение всех технологических разновидностей полезного ископаемого, определение их пространственных границ, средних значений важнейших минералого-технологических параметров, оценка степени обогатимости каждой разновидности минерального сырья и их поведения в различных технологических процессах возможны по данным систематического геолого-технологического картирования месторождения.

Геолого-технологическое картирование заключается в массовом отборе частных и групповых минералого-технологических проб для изучения технологически важных параметров вещественного состава руд с последующим составлением планов и разрезов их пространственного размещения и геометризацией технологических разновидностей полезного ископаемого. В дальнейшем геолого-технологические планы и разрезы служат основой для проектирования работ по отбору лабораторных, полупромышленных и промышленных технологических проб. В результате геолого-технологического картирования обеспечивается получение достоверной, опережающей и взаимоувязанной информации по всему комплексу вопросов, касающихся вещественного состава и технологических свойств полезного ископаемого в недрах.

Часто на геолого-технологических планах и разрезах отражаются не технологические показатели обогащения, а характеристики вещественного состава руд, наиболее важные в технологическом отношении. Представляя собой постоянные параметры руд, эти характеристики позволяют оценивать технологические показатели их обогащения, которые могут изменяться даже для фиксированного состава руды, поскольку они зависят от схем и режимов обогащения и изменяются с развитием техники и технологии. Так, например, по мнению О. П. Ивянова, тремя важнейшими характеристиками вещественного состава оловянных руд являются: 1) гранулометрические характеристики касситерита в рудах; 2) содержание сульфидов в рудах; 3) перечень компонентов руд, имеющих промышленную ценность.

При геолого-технологическом картировании оловянных месторождений по первому признаку выделяются четыре технологических типа оловянных руд: крупновкрапленный (1—2 мм), средневкрапленный (0,5—2 мм), мелковкрапленный (0,25—2 мм) и тонковкрапленный (0,125—2 мм). По второму признаку выделяются

технологические подтипы руд: малосульфидные (при содержании сульфидов до 5⁰/о), умеренно сульфидные (5—10⁰/о) и высокосульфидные (свыше 10⁰/о). По третьему признаку внутри подтипов различаются оловянные, оловянно-вольфрамовые, оловянно-литиевые, оловянно-флюоритовые, оловянно-бериллиевые и другие технологические сорта руд.

Геолого-технологическое картирование месторождений рекомендуется проводить, начиная со стадии детальной разведки месторождений полезных ископаемых. Для оценки месторождения большое значение имеют схемы технологических процессов обогащения и металлургической переработки минерального сырья, степень их изученности и достигнутые при этом технико-экономические показатели: коэффициенты извлечения основного и сопутствующих компонентов, расход материалов, реагентов, выход продукта и др. Каждый добавочный процент извлечения полезного компонента имеет существенное экономическое значение, так как увеличивает количество добытого металла и снижает его себестоимость.

Горно-геологические условия эксплуатации месторождения, определяющие возможность и экономическую целесообразность его разработки, включают изучение следующих основных факторов:

— размеров, морфологических особенностей, строения и условий залегания технологически сплошных скоплений полезных ископаемых;

— продуктивности месторождения и его отдельных участков, характеризующих степень сосредоточения в них полезного ископаемого;

— гидрогеологических условий месторождения;

— физико-механических и инженерно-геологических свойств полезного ископаемого и вмещающих его пород; их устойчивость, трещиноватость, крепость, твердость, буримость, кусковатость, влажность и др.;

— факторов, осложняющих ведение эксплуатационных работ и требующих проведения специальных мероприятий, например, развитие карета, повышенная газоносность месторождения, склонность пород к самовозгоранию или к оплыванию в увлажненном состоянии и др.

Морфологические особенности рудных тел определяются их размерами, формой, выдержанностью по падению и простиранию, степенью прерывистости. Наибольшую промышленную ценность представляют тела полезных ископаемых больших размеров, в частности большой мощности, выдержанные по падению и простиранию.

Условия залегания тел полезных ископаемых определяются углами их падения, глубинами залегания и рельефом поверхности. Глубиной залегания и мощностями тел полезных ископаемых определяются способы их разработки (открытый, подземный или их сочетание), от которого зависит себестоимость добычи 1 м³

горной массы. При открытом способе себестоимость разработки, как правило, значительно ниже.

Морфологические особенности тел полезных ископаемых, а также условия их залегания влияют на выбор систем разработки и, следовательно, на себестоимость добычи. Кроме того, эти факторы влияют на себестоимость добычи в пределах действия выбранной системы разработки, поскольку изменения углов падения, мощностей, крепости, устойчивости и обводненности горных пород оказывают влияние на себестоимость добычи 1 м³ горной массы, а следовательно, и на удельную себестоимость металла, на величину коэффициентов разубоживания, на выход руды из рудной массы и др.

Гидрогеологические условия месторождений характеризуются степенью обводненности рудовмещающих пород, режимом подземных и поверхностных вод, фильтрационными свойствами пород и руд и другими показателями. Степень обводненности оказывает существенное влияние на оценку месторождения. При разработке месторождений подземным способом с повышением обводненности ухудшаются условия работы, увеличиваются затраты на водоотлив и соответственно повышается себестоимость добычи руды. При открытом способе разработки месторождений повышенная обводненность ухудшает устойчивость бортов карьера, сложенных рыхлыми породами. В связи с этим возникает необходимость в уменьшении угла откоса бортов карьера, что приводит к увеличению объема вскрышных пород, повышению себестоимости добычи полезного ископаемого и капитальных затрат на освоение месторождения.

Гидрогеологические условия на месторождениях могут быть самыми различными — от весьма благоприятных до неблагоприятных. Первые характерны для рудных тел, залегающих выше уровня грунтовых вод, или в случае весьма незначительных дебитов подземных вод. Более сложные, но еще достаточно благоприятные гидрогеологические условия характеризуют месторождения с повышенной обводненностью; в таких случаях разработка рудных тел возможна с применением обычных способов борьбы с подземными водами. При неблагоприятных гидрогеологических условиях, когда водопритоки в шахту или карьер составляют 600—1000 м³/ч, разработка месторождений требует проведения специальных дорогостоящих мероприятий по водопонижению и осушению.

При рассмотрении инженерно-геологических условий месторождения учитывается степень устойчивости горных пород в подземных горных выработках или откосах карьеров, а также пород кровли. Особенно важно учитывать изменения устойчивости вмещающих пород и руды при их увлажнении, так как в водонасыщенном состоянии у многих слабосцементированных пород наблюдается резкое ухудшение их устойчивости. Основные показатели, характеризующие инженерно-геологические условия месторождения, существенно влияют на себестоимость продукции. Так, например, крепость руды влияет на себестоимость добычи, определяя произво-

длительность труда бурильщика и расход взрывчатых и других материалов. Устойчивость вмещающих пород влияет на себестоимость добычи, определяя удельный расход крепежных материалов, производительность забойной группы рабочих. Кроме того, она оказывает влияние на коэффициент разубоживания руд.

Совокупным влиянием перечисленных условий определяются способы вскрытия и системы разработки месторождений, удельные себестоимости добычи минерального сырья и полезных компонентов, вероятные потери и разубоживание руд и другие экономические показатели горнодобычных работ.

Экономико-географические факторы представляют собой совокупность данных, характеризующих природные и экономические условия района месторождения: удаленность от заводов-потребителей, обжитость района, транспортные и энергетические условия, водный режим, наличие местной базы других полезных ископаемых и материалов, рельеф местности, климат и др.

Промышленная ценность месторождений в значительной степени определяется текущей и перспективной потребностью народного хозяйства в сырье. Когда баланс данного вида минерального сырья не является напряженным, экономико-географические факторы при оценке месторождения приобретают ведущее значение. Если же потребность в сырье весьма значительна и не может быть удовлетворена за счет эксплуатации других месторождений, роль экономико-географических факторов освоения месторождения значительно снижается. Однако и в таких случаях эти факторы должны учитываться, поскольку они существенно влияют на экономические показатели и сроки освоения месторождения. Условия и стоимость снабжения энергией, водой, лесом и др. могут оказаться решающими факторами, когда в данных конкретных условиях это снабжение либо вовсе неосуществимо, либо связано с большими капитальными затратами или увеличением срока строительства. Месторождение, обладающее рудами с высокими содержаниями полезных компонентов, но расположенное в неблагоприятных транспортных и экономических условиях, может оказаться менее эффективным, чем месторождение с запасами руд с более низкими содержаниями полезных компонентов, но расположенное в более благоприятных экономических условиях.

При оценке месторождений особенно необходимо учитывать следующие экономико-географические факторы.

Транспортные условия района месторождения характеризуются расстоянием до существующей или намечаемой к сооружению железной дороги, наличием автомобильных дорог, возможностью использования водных путей и эксплуатации дорог в различные времена года.

При сравнительной оценке месторождений необходимо учитывать их расположение по отношению к промышленно развитым районам, способным обеспечить строительство предприятий материалами и оборудованием. Необходимо также учитывать расположение месторождений по отношению к районам потребления:

близкое расположение сократит объемы и сроки транспортных перевозок, ускорит оборачиваемость средств и т. д.

Особого внимания заслуживает вопрос удаленности месторождений от транспортных магистралей, главным образом железных дорог. Сооружение железных дорог требует значительных капитальных вложений, размер которых зависит не только от протяженности дороги, но и от рельефа местности, необходимости строительства мостов и других объектов. Кроме того, в случае сооружения железной дороги удлиняются сроки освоения месторождения.

Энергетические условия района месторождения оцениваются, исходя из возможности получения электроэнергии для промышленного предприятия от внешней энергосистемы, что исключает необходимость строительства собственной электростанции, сокращает капитальные затраты и сроки строительства предприятия. При таких обстоятельствах следует учитывать только капитальные затраты на сооружение линии электропередачи к предприятию. В случае же сооружения для предприятия собственной электростанции нужно принимать в расчет топливные ресурсы данного района (угли, торф, сланцы, природный газ, древесное топливо, гидроресурсы), а также капитальные затраты на строительство электростанции местного значения.

Климатические условия и рельеф местности оказывают существенное влияние на условия эксплуатации месторождения и строительства промышленного комплекса в его пределах. Для предприятий, расположенных в районах с суровыми климатическими условиями, сокращается количество рабочих дней в году из-за сильных морозов, ветров, буранов, ливней и т. п. Тяжелые климатические условия приводят к значительным простоям и повышенному износу оборудования, к большому расходу денежных средств на транспорт и заработную плату трудящихся.

Водные ресурсы. Наличие в районе оцениваемого месторождения водных ресурсов для производственных и бытовых целей является обязательным условием оценки месторождения. Особенно большое значение водные ресурсы имеют в тех случаях, когда руды требуют применения мокрых способов обогащения (гравитационного, флотационного).

Освоенность района. При освоении месторождений полезных ископаемых предъявляются большие требования к развитию в данном районе транспорта, лесного хозяйства, промышленности строительных материалов, сельского хозяйства и других отраслей. Поэтому оценка месторождений, установление очередности и темпов их развития увязываются с наличием соответствующих ресурсов и с общим планом экономического развития данного района, а также с планом развития в нем других отраслей. Обеспеченность района месторождения запасами строительных материалов удешевляет и облегчает освоение месторождения. Наличие запасов других полезных ископаемых улучшает общие перспективы экономического развития района, создает базу для производственной

кооперации ремонтного и энергетического хозяйства, транспорта, водоснабжения и т. д.

При оценке месторождения необходимо учитывать влияние не только условий района на освоение и эксплуатацию месторождения, но и влияние эксплуатации месторождения на экономическое развитие района.

При оценке месторождения и определении производительности рудников большое значение имеют возможности кооперирования и комбинирования рудников с другими предприятиями, перерабатывающими руду. Кооперирование оцениваемого месторождения с уже выстроенными фабрикой и заводом позволяет освоить месторождение с меньшими капитальными затратами и в более короткие сроки.

Задача приближения промышленности к источникам сырья может быть решена не только путем строительства предприятий вблизи рудников. Она обуславливает необходимость поисков и выявления ресурсов в соответствующих промышленных районах. В некоторых районах страны металлургические заводы недостаточно обеспечены расположенными вблизи них сырьевыми ресурсами. Открытие и освоение здесь месторождений имеет большое народнохозяйственное значение и может оказаться более эффективным даже при относительно менее благоприятных технико-экономических показателях, чем освоение новых месторождений с более богатыми рудами, для переработки которых потребовалось бы строить специальные обогатительные фабрики и металлургические заводы.

Перечисленные выше многочисленные факторы в их совокупности определяют промышленное значение месторождения при современном уровне техники и на данном этапе развития экономики социалистического хозяйства. В каждом конкретном случае значение отдельных факторов для оценки месторождений будет неодинаковым. Поэтому при геолого-экономической оценке определенного месторождения необходимо выделить главные из них и отразить их влияние на промышленное значение месторождения посредством соответствующих показателей.

Сложность геолого-экономической оценки

В теоретическом и методологическом отношении геолого-экономическая оценка месторождений — одна из самых сложных проблем методики и экономики геологоразведочных работ, от правильного решения которой во многом зависит успешное формирование и развитие минерально-сырьевой базы. Она включает в себя оценку геологических особенностей месторождения, значимости полезного ископаемого и вероятного экономического эффекта от использования добытого минерального сырья в народном хозяйстве.

Геологическая оценка месторождений основывается на результатах проведения геологоразведочных работ, которые обобщаются при подсчетах запасов полезных ископаемых

в недрах. В процессе подсчета запасов создается прежде всего геологическая модель разведываемого месторождения, отражающая достигнутую детальность изучения его геологоструктурных особенностей, условий залегания, форм и строения тел полезных ископаемых, их вещественного состава, закономерностей пространственного размещения и соотношений природных и технологических типов минерального сырья, а также участков пустых пород в общих контурах промышленной минерализации. Однако для оценки месторождений полезных ископаемых, как потенциальных источников минерального сырья, этих сведений еще недостаточно, поскольку в них отсутствуют данные о соответствии выявленных минеральных скоплений современным требованиям горной промышленности. Для получения таких сведений запасы полезных ископаемых в недрах следует оценить не только как творение природы, но и как продукты общественного труда, участвующие в процессе материального производства и обеспечивающие его эффективность.

При решении вопроса о промышленной ценности природного минерального образования учитывается комплекс требований к запасам и качеству минерального сырья, его технологическим свойствам, горно-геологическим условиям эксплуатации месторождения и экономико-географическим его условиям, обеспечивающим возможность рентабельного использования месторождения как минерально-сырьевой базы будущего горного предприятия.

В связи с тем, что естественные геологические границы минеральных образований далеко не всегда совпадают с границами их промышленно-ценных участков, а часто и вообще отсутствуют, контуры промышленно-ценных минеральных скоплений в недрах определяются по совокупности горно-экономических критериев, параметры которых оказывают существенное влияние на представления о морфологии, строении и изменчивости свойств полезных ископаемых. Таким образом, под влиянием кондиций горной технологии первоначальные геологические представления о строении и составе объектов оценки претерпевают более или менее значительные изменения, а геологическая модель месторождения превращается в процессе оконтуривания запасов в его геолого-промышленную модель.

Для обоснования оптимальных параметров кондиций к подсчету запасов разведываемого месторождения необходимо знать, как будут изменяться оценки возможного экономического эффекта от использования данного месторождения в народном хозяйстве в зависимости от значений граничных кондиционных параметров, в то время как для получения этих оценок нужно заведомо располагать сведениями о его запасах. Взаимозависимость величины и качества запасов от кондиций горной технологии, а кондиционных параметров — от величины и качества запасов полезного ископаемого создает объективные трудности геолого-экономической оценки месторождений, особенно при отсутствии естественных геологических границ и сложном прерывистом строении природных минеральных скоплений.

Трудности геологической оценки запасов месторождений возникают и в связи с гипотетичностью исходных геологических данных, получаемых методами интерполяции и экстраполяции ограниченных выборочных наблюдений, особенно на ранних стадиях геологоразведочных работ. Выборочный характер геологоразведочных данных практически исключает возможность полного соответствия геологической (а следовательно, и геолого-промышленной) модели месторождения, полученной в процессе подсчета запасов, реальному объекту разведочных работ. При оценке запасов неизбежны большие или меньшие погрешности в определении пространственного положения, морфологии и строения тел полезных ископаемых, условий их залегания, качества и технологических условий разработки месторождений. К тому же действующей классификацией запасов и ресурсов полезных ископаемых [17] не предусматривается каких-либо количественных критериев оценки степени их разведанности и не устанавливается единых принципов и подходов к решению этой проблемы. В настоящее время не разработаны также методические подходы к оценке влияния сложности строения месторождений, морфологических и других особенностей скоплений полезных ископаемых на уровне их потерь и разубоживания при добыче и переработке различными способами.

Экономическая оценка месторождений определяет возможный экономический эффект от использования разведанных запасов в народном хозяйстве. Она базируется на результатах подсчета запасов и включает в себя совокупный анализ факторов, определяющих экономическую эффективность эксплуатации месторождения и эффективность капитальных вложений в строительство промышленного комплекса. Сложности экономической оценки месторождений связаны с отсутствием общепризнанных критериев оптимальности вариантов оконтуривания и разработки запасов для целей экономической оценки месторождений, а также методов их расчета; особенно спорными являются вопросы о ценах на продукцию горных предприятий и учета фактора времени.

Таким образом, геологическая и экономическая оценки месторождений взаимосвязаны столь тесно, что практически неотделимы друг от друга. Если подсчет запасов производится на основании кондиций, обоснованных по данным экономической оценки эффективности возможного использования разведанных запасов в народном хозяйстве, то в основу оценки этой эффективности принимаются геологические запасы и качество полезного ископаемого в недрах. Взаимосвязь и взаимообусловленность геологической и экономической оценок месторождений определяют комплексный характер и исключительную сложность этой проблемы. Хотя основой геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых и являются результаты геологоразведочных работ, она может быть качественно выполнена лишь объединенными усилиями специалистов геологического, горного, обогатительного, металлургического и экономического профилей.

Требования к изученности месторождений и последовательность проведения геологоразведочных работ

Учет и классификация запасов полезных ископаемых

Действующей «Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» [17] установлены единые принципы подсчета и государственного учета запасов в недрах по их народнохозяйственному значению и степени изученности, а также условия, определяющие подготовленность разведанных месторождений для промышленного освоения и принципы оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.

Действующая классификация запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых представляет собой пятый вариант отечественных классификаций, которые совершенствовались на протяжении более 50 лет. С 1928 по 1933 г. в нашей стране использовалась временная классификация Геологического комитета, основанная на различиях категорий запасов по их народнохозяйственной значимости, без учета качества руд и степени изученности их технологических свойств. В 1933 г. Госпланом СССР была утверждена новая классификация, согласно которой запасы разделялись на пять категорий (A_1 , A_2 , B_1 , C_1 , C_2) по степени их разведанности с частичным учетом изученности качества, технологии добычи и переработки полезного ископаемого.

Дальнейшее совершенствование классификации запасов было предпринято горным институтом Академии наук СССР (1936—1939 гг.) в связи с тем, что в классификации 1933 г. недостаточно полно учитывались требования к изученности горнотехнических условий и технологических свойств полезных ископаемых, а промышленное назначение запасов различных категорий трактовалось слишком узко. В частности, для проектирования и строительства новых горных предприятий рекомендовалось использовать только запасы категории А, в то время как при промышленном освоении многих месторождений сложного строения по экономическим соображениям промышленность оказалась вынужденной вести не только проектирование, но и капитальное строительство на запасах категории В с учетом даже запасов категории C_1 .

В проекте классификации Академии наук СССР предлагалось выделить шесть категорий запасов, которыми учитывались не только степень их достоверности и разведанности, но и полнота изученности условий залегания полезных ископаемых, их качества, пространственного размещения различных технологических типов и факторов, определяющих условия ведения горно-эксплуатационных работ. В дальнейшем эта классификация с небольшими изменениями (пять категорий вместо шести и без количественных оценок

степени достоверности запасов каждой категории) просуществовала около 20 лет.

В 1960 г. Советом Министров СССР была утверждена классификация запасов, в которой число категорий было сокращено до четырех с выделением трех категорий разведанных запасов (А, В и С₁) и категории предварительно оцененных запасов (С₂). По народнохозяйственному значению запасы полезных ископаемых были разделены на две группы — балансовые и забалансовые, а вместо промышленного назначения запасов каждой категории классификацией устанавливались оптимальные соотношения разведанных запасов категорий А, В и С₁, которыми в зависимости от сложности строения месторождений определялась подготовленность их к промышленному освоению. Категории прогнозных запасов в этой классификации еще не выделялись. Лишь в примечании указывалось, что в необходимых случаях для оценки потенциальных возможностей рудных зон, полей, бассейнов и районов на основе общих геологических представлений определяются прогнозные запасы.

Согласно действующей классификации общие ресурсы минерального сырья в недрах СССР слагаются из разведанных, предварительно оцененных запасов и прогнозных ресурсов. Запасы полезных ископаемых подсчитываются и учитываются в пределах установленных (геометризованных) контуров по результатам геологоразведочных (горных, буровых и геофизических) работ. Прогнозные ресурсы оцениваются без пространственной их геометризации по совокупности всех доступных геологических, геофизических и геохимических данных. Подсчет и учет запасов полезных ископаемых и содержащихся в них полезных компонентов производится по наличию их в недрах без учета неизбежных потерь и разубоживания при добыче, обогащении и переработке. Это требование классификации диктуется необходимостью получения показателей, не зависящих от качества и технического уровня работ горнодобывающих и перерабатывающих предприятий. Только запасы сопутствующих полезных компонентов, накапливающихся при обогащении в товарных концентратах или продуктах металлургического передела, подсчитываются и учитываются как по состоянию в недрах, так и в извлекаемых минералах.

Качество полезных ископаемых при подсчетах запасов определяется в зависимости от их назначения и технологии переработки с учетом необходимости наиболее полного и комплексного использования основных и сопутствующих ценных компонентов.

По народнохозяйственному значению запасы полезных ископаемых разделяются на две группы, подлежащие раздельному подсчету и учету, — балансовые и забалансовые.

В группу балансовых запасов включаются запасы полезных ископаемых, использование которых, согласно утвержденным условиям, экономически целесообразно при существующей либо осваиваемой промышленностью прогрессивной технике и технологии добычи и переработки сырья с соблюдением требований законо-

дательных актов к рациональному использованию недр и охране окружающей среды.

В группу забалансовых запасов относятся запасы, использование которых, согласно утвержденным кондициям, в настоящее время экономически нецелесообразно или технически и технологически невозможно, но которые могут быть в дальнейшем переведены в балансовые. Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются только в тех случаях, когда в технико-экономическом обосновании кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность их попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем.

Запасы забалансовые по экономическим, технологическим, гидрогеологическим и горнотехническим причинам подсчитываются и учитываются раздельно.

Прогнозные ресурсы полезных ископаемых оцениваются до глубин, доступных для эксплуатации при современном или возможном в ближайшей перспективе технико-экономическом уровне разработки месторождений с учетом требований промышленности к качеству и технологическим свойствам минерального сырья. Изменения параметров кондиций, учитывающие ближайшие перспективы научно-технического прогресса горной технологии и экономики, должны иметь соответствующие обоснования.

По степени изученности (разведанности) запасы полезных ископаемых подразделяются на четыре категории. Запасы категорий А, В и С₁ относятся к разведанным, а запасы категории С₂ — к предварительно оцененным.

Прогнозные ресурсы полезных ископаемых подразделяются по степени их обоснованности на три категории — Р₁, Р₂ и Р₃. Степень разведанности запасов определяется детальностью изучения условий залегания, форм и строения тел полезных ископаемых; закономерностей пространственного размещения и соотношений природных и технологических типов минерального сырья; технологических свойств минерального сырья и природных факторов, определяющих условия ведения горно-эксплуатационных работ.

Для отнесения запасов к категории А необходимо полное выяснение условий залегания, размеров и форм тел полезных ископаемых, характера и закономерностей изменчивости их морфологии и внутреннего строения, выделение и оконтуривание безрудных и некондиционных участков внутри тел полезных ископаемых, а при наличии пострудных нарушений — выявление их положения и амплитуд смещения. Природные разновидности, технологические типы и сорта полезного ископаемого должны быть определены и оконтурены с установлением их состава, свойств, распределения ценных и вредных компонентов по минеральным формам, а качество всех выделенных технологических типов и сортов должно быть охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями показателям. Технологические свойства минерального сырья должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей

получение исходных данных для проектирования технологической схемы его переработки с комплексным извлечением содержащихся в нем компонентов, имеющих промышленное значение, а горно-геологические факторы, определяющие условия ведения эксплуатационных работ,— с детальностью, необходимой для составления проекта разработки месторождения.

Для отнесения *запасов к категории В* должны быть установлены размеры, основные особенности и изменчивость форм, строения и условий залегания тел полезных ископаемых, пространственное размещение внутренних безрудных и некондиционных участков; при наличии крупных разрывных нарушений устанавливаются их положение и амплитуды смещения, а для малоамплитудных смещений — возможная степень их развития.

Определяются природные разновидности полезного ископаемого, выделяются и по возможности оконтуриваются его технологические типы. При невозможности их оконтуривания устанавливаются закономерности пространственного размещения и количественные соотношения полезных ископаемых различных технологических типов и сортов, минеральные формы, содержащие полезные и вредные компоненты, и все другие предусмотренные кондициями показатели.

Технологические свойства минерального сырья изучаются в степени, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы его переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное его использование с извлечением компонентов, имеющих промышленное значение, а природные факторы, определяющие условия ведения горно-эксплуатационных работ,— с полнотой, позволяющей качественно и количественно охарактеризовать основные показатели, влияющие на вскрытие и разработку месторождения.

Для отнесения *запасов к категории С₁* должны быть установлены размеры и характерные формы тел полезного ископаемого, основные особенности условий их залегания и внутреннего строения, оценены изменчивость и возможная прерывистость их строения, а для пластовых месторождений (и месторождений строительного и облицовочного камня) также наличие участков интенсивного развития малоамплитудных тектонических нарушений. Природные разновидности и технологические типы полезного ископаемого изучаются с детальностью, обеспечивающей выявление общих закономерностей их пространственного размещения. Устанавливаются количественные соотношения технологических типов и сортов, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов, а качество каждого типа и сорта полезного ископаемого характеризуется по всем предусмотренным кондициями показателям.

Технологические свойства минерального сырья характеризуются в степени, достаточной для обоснования промышленной ценности разведанных запасов, а факторы, определяющие условия ведения горных работ,— с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели.

Запасы категории C_2 устанавливаются по геологическим, геофизическим и геохимическим данным, подтвержденным вскрытием полезного ископаемого единичными скважинами или горными выработками. По совокупности перечисленных данных оцениваются размеры, форма, строение и условия залегания тел полезных ископаемых. Качество и технологические свойства минерального сырья определяются по результатам испытаний единичных лабораторных проб или по аналогии с более изученными участками (месторождениями). По аналогии с известными в районе месторождениями или участками разведываемого месторождения оцениваются и горно-геологические условия его эксплуатации.

Контуры разведанных запасов проводятся по скважинам и горным выработкам в соответствии с требованиями кондиций. Для категории А контуры определяются без экстраполяции, для категории В — иногда с включением ограниченной зоны экстраполяции, а для категорий C_1 и C_2 — с геологически обоснованной экстраполяцией данных.

Прогнозные ресурсы категории P_1 — это ресурсы разведанных, разведываемых и вновь выявленных месторождений. Они определяют возможность прироста запасов конкретного месторождения за счет расширения контуров запасов категории C_2 или дополнительного выявления новых тел полезных ископаемых за их пределами. Оценка ресурсов категории P_1 базируется на результатах геологических, геофизических и геохимических исследований в пределах объемов потенциального распространения полезного ископаемого и геологической экстраполяции данных по разведанной части месторождения с учетом сложившихся представлений о его геолого-промышленном типе. Ресурсы категории P_1 должны быть надежно подготовленными геологическим резервом для обоснованного выбора объектов предварительной разведки по результатам поисково-разведочных работ.

Прогнозные ресурсы категории P_2 — это ресурсы прогнозируемых потенциальных месторождений, а категории P_3 — потенциальных перспективных площадей, не имеющие прямого отношения к проблеме геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых.

В зависимости от сложности геологического строения месторождений, уровней затрат времени и средств, необходимых на производство геологоразведочных работ, действующей классификацией запасов устанавливается целесообразная степень изученности месторождений (участков), намечаемых к обработке самостоятельными горными предприятиями. С этой целью месторождения полезных ископаемых (или их крупные участки, обеспечивающие минерально-сырьевую базу проектируемого предприятия на нормативный срок) подразделяются на четыре группы.

К *первой группе* относятся месторождения (участки) простого геологического строения, в которых преобладающая часть запасов содержится в телах полезных ископаемых с ненарушенным или слабонарушенным залеганием, выдержанными мощностями,

строением, качеством и равномерным распределением ценных компонентов.

Ко *второй группе* относятся месторождения (участки) сложного геологического строения с изменчивыми мощностями и строением тел полезного ископаемого либо с их нарушенным залегаем, невыдержанным качеством или неравномерным распределением основных ценных компонентов.

К *третьей группе* относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения с резкими изменениями мощностей и строения тел полезного ископаемого либо с интенсивно нарушенным их залегаем или невыдержанным качеством и весьма неравномерным распределением основных ценных компонентов.

К *четвертой группе* относятся месторождения (участки) металлов и нерудного сырья весьма сложного геологического строения с резкими изменениями мощностей и строения тел полезных ископаемых, а также весьма неравномерным распределением основных компонентов.

На месторождениях первой группы в процессе детальной разведки часть запасов изучается до категорий А и В. На месторождениях второй группы выявление запасов категории А нецелесообразно вследствие недостаточной эффективности и высокой стоимости геологоразведочных работ. Поэтому часть запасов на месторождениях второй группы разведывается только до категории В. На месторождениях третьей группы по тем же причинам запасы разведываются в основном до категории С₁ и частично — до категории С₂. На месторождениях четвертой группы, разведка которых требует проведения больших объемов подземных горных работ, проектирование предприятий осуществляется на базе запасов категорий С₁ и С₂, а дальнейшая их разведка совмещается со вскрытием и подготовкой запасов к разработке.

Проектирование новых горных предприятий на базе разведанных месторождений (участков) разрешается ГКЗ СССР только в тех случаях, если они признаются подготовленными к промышленному освоению. Для этого утвержденные в установленном порядке балансовые запасы основного полезного ископаемого, в зависимости от сложности строения месторождения, должны иметь следующие соотношения запасов различных категорий (табл. 1).

При передаче месторождений второй, третьей и четвертой групп в промышленное освоение вещественный состав полезного ископаемого, технологические свойства минерального сырья и природные условия эксплуатации месторождений должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы переработки минерального сырья и необходимых для составления проекта разработки месторождения (участка), т. е. с детальностью, установленной для категории А. При этом обращается внимание на необходимость более детальной разведки участков и горизонтов месторождений, намеченных к первоочередной отработке. Если же участки первоочередной отработки не являются типичными для

Таблица 1

Соотношения запасов различных категорий при детальной разведке месторождений твердых полезных ископаемых (исключая месторождения углей)

Группа месторождений по сложности строения	Соотношение запасов различных категорий, %			
	A	B	C ₁	C ₂
Первая	Не менее 10	20	70	Не нормируется
Вторая	—	20	80	То же
Третья	—	—	80	20
Четвертая	—	—	50	50
в том числе с гнездовым оруденением	—	—	Не менее 20	80

всего месторождения, то рекомендуется дополнительно изучить наиболее представительные участки, а полученные данные использовать как эталонные при оценке запасов остальных участков месторождения.

На разрабатываемых месторождениях рациональные соотношения запасов различных категорий устанавливаются для каждого предприятия в пропорциях, обеспечивающих нормальное ведение вскрышных, горно-подготовительных и очистительных работ.

Рассматривая эволюцию требований к принципам подсчета и учета запасов полезных ископаемых за истекший, более чем полувековой период, обращают на себя внимание три отчетливые тенденции.

1. По мере совершенствования технологии разработки месторождений и переработки минерального сырья возникла необходимость учета в классификациях запасов все большего комплекса сведений — от условий залегания, формы и строения тел полезных ископаемых до качественных и технологических характеристик минерального сырья и природных факторов, определяющих условия разработки месторождений. Если в ранних классификациях определения конкретных категорий включали лишь некоторые из этих сведений, то со временем в понятие любой категории стали включать требования, определяющие степень изученности каждой из перечисленных характеристик. С предельной детальностью эта тенденция проявилась в действующей классификации, где каждая категория запасов различается по детальности изучения размеров, форм и условий залегания тел полезных ископаемых, изменчивости их морфологии и строения, степени изученности особенностей пространственного размещения технологических типов полезного ископаемого, его технологических свойств, а также природных факторов, определяющих условия эксплуатации месторождения. В то же время современные требования к подготовленности сложнопостроенных месторождений для передачи их в промышленное освоение предусматривают необходимость более подробного изучения почти всех перечисленных свойств полезных ископаемых, независимо от категорий подсчитываемых запасов. Так, например, при передаче в промышленное освоение месторождений четвертой

группы, разведываемых до категорий $C_1 + C_2$, качество полезного ископаемого, его технологические свойства и горно-геологические условия эксплуатации месторождения должны изучаться с детальностью, обеспечивающей получение всех данных, необходимых для проектирования горного предприятия, т. е. практически с детальностью категории А. Таким образом, на детально разведанных месторождениях сложного строения запасы категории C_1 практически отличаются от запасов категорий А и В лишь меньшей детальностью изученности внутреннего строения тел полезных ископаемых, что приводит к сглаживанию существенных различий между категориями разведанных запасов.

2. Для того чтобы обеспечить возможность проектирования и строительства горных предприятий на месторождениях сложного строения, требования к их изученности со временем ужесточались, сначала для запасов категории В, а затем C_1 и даже C_2 , а различия между ними стирались, поскольку требования к запасам категории А практически оставались неизменными. Если в ранних классификациях запасы категории А определялись как разведанные, категории В — как предварительно разведанные, а категории C_1 — как предполагаемые, то в двух последних классификациях запасы всех этих категорий относятся к группе разведанных. Еще большую эволюцию претерпели запасы категории C_2 , которые в ранних классификациях определялись как запасы месторождений районов или бассейнов, предполагаемые на основании геологических прогнозов, а в действующей классификации определяются как запасы рудных тел, предварительно оцененные по геологическим и геофизическим данным, подтвержденным вскрытием полезного ископаемого единичными скважинами или горными выработками.

3. Характерно, что в ранних классификациях запасы категорий А, В, C_1 и C_2 в зависимости от степени их разведанности относились к различным объемам недр. Так, запасы категорий А и В относились к рудным телам, запасы категории C_1 — к участкам месторождений, а запасы категории C_2 — к месторождениям, группам месторождений, районам или бассейнам. В двух последних классификациях все разведанные и предварительно оцененные запасы категорий А, В, C_1 и C_2 относятся к рудным телам, а в действующей классификации к ним относятся даже прогнозные ресурсы категории P_1 .

Для сравнения с действующей в нашей стране классификацией запасов и ресурсов ниже приводится международная классификация минеральных ресурсов, созданная в 1979 г. при центре природных ресурсов, энергетики и транспорта штаб-квартиры ООН и предложенная экспертной группой по терминологии и определению в области минеральных ресурсов. В ней использованы и обобщены классификации минеральных ресурсов, принятые в переловых капиталистических странах (США, Канаде, Франции и др.), а также учтены принципы классификации урановых ресурсов, принятые Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ).

В международной классификации выделяются три категории минеральных ресурсов в недрах по принципу их изученности (R-1, R-2, R-3); кроме того, ресурсы разделяются на три субкатегории по возможности их промышленного использования (E, M, S).

Категория R-1 включает ресурсы месторождений, изученные с детальностью, необходимой для организации добычи полезного ископаемого и его переработки. Запасы этой категории сопоставимы с запасами категорий $A + B + C_1$ отечественной классификации.

Категория R-2 относится к ресурсам, непосредственно связанным с уже известным месторождением. Она основывается на геологических представлениях, подкрепленных определениями геологоразведочных параметров в отдельных точках. По отечественной классификации запасы этой категории примерно соответствуют запасам категории C_2 + прогнозные ресурсы категории P_1 .

Категория R-3 учитывает ресурсы еще не обнаруженные, но прогнозируемые по совокупности геологических, геофизических и геохимических данных. Запасы этой категории сопоставимы с прогнозными ресурсами категорий P_2 — P_3 отечественной классификации.

По степени изученности ресурсы категории R-1 могут быть названы разведанными, установленными или обоснованными, ресурсы категории R-2 — предположительными или вероятными, а ресурсы категории R-3 — потенциальными или прогнозными.

Разделение ресурсов на субкатегории производится по возможности их промышленного использования. Оно аналогично делению запасов нашей страны на группы балансовых и забалансовых. Однако в большинстве промышленно развитых стран выделяются не две, а три субкатегории запасов.

Субкатегория E (промышленные) включает ресурсы, рентабельные для эксплуатации при существующих социально-экономических условиях и состоянии горной технологии.

Субкатегория M (марджинальные или предельно промышленные) включает ресурсы, которые могут стать пригодными для эксплуатации в ближайшем будущем, а при особо благоприятных условиях и в настоящее время.

Субкатегория S (непромышленные или условные) включает остальные ресурсы в недрах известных месторождений. Запасы этой субкатегории не имеют в настоящее время промышленного значения, но могут оказаться промышленными в обозримом будущем.

Перечисленные субкатегории применимы, очевидно, только к ресурсам категорий R-1 и R-2. По сравнению с отечественной классификацией субкатегория E соответствует группе балансовых запасов, а субкатегории M и S — группе забалансовых запасов.

При сопоставлении действующей в нашей стране классификации запасов и прогнозных ресурсов с международной классификацией ресурсов обращают на себя внимание следующие их особенности,

В отечественной классификации основное внимание уделяется дифференциации запасов полезных ископаемых по степени их изученности, а прогнозных ресурсов — по степени их обоснованности. В результате общее число категорий достигает семи. Классификации запасов полезных ископаемых по их промышленному назначению придается меньшее значение. Все они разделяются по этому принципу лишь на две группы — балансовые и забалансовые.

В международной же классификации одинаковое внимание уделяется как разделению ресурсов по степени их изученности, так и по возможности их промышленного использования. В связи с этим число категорий ресурсов, так же как и их субкатегорий, достигает трех. При этом обращает на себя внимание, что категоризация как разведанных, так и прогнозных ресурсов производится по степени их изученности, т. е. по единому принципу.

Стадийность геологоразведочных работ

В соответствии с действующими методическими положениями геологоразведочные работы проводятся в определенной последовательности и разделяются на ряд последовательных стадий. Они начинаются с изучения геологического строения обширных территорий и закономерностей размещения полезных ископаемых в региональных геологических структурах. На территориях, перспективных на выявление полезных ископаемых, проводятся поисковые работы, а обнаруженные проявления полезных ископаемых подвергаются разведочным работам.

Геологоразведочные работы на твердые полезные ископаемые проводятся по следующим стадиям.

Стадия 1. Региональное геологическое изучение:

а) региональные геолого-геофизические исследования масштаба 1 : 1 000 000—1 : 500 000;

б) региональные, геофизические, геологосъемочные, гидрогеологические и инженерно-геологические работы масштаба 1 : 200 000 (1 : 100 000).

Стадия 2. Геологосъемочные работы масштаба 1 : 50 000 (1 : 25 000) с общими поисками.

Стадия 3. Поисковые работы.

Стадия 4. Поисково-оценочные работы.

Стадия 5. Предварительная разведка.

Стадия 6. Детальная разведка.

Стадия 7. Доразведка месторождений.

а) доразведка месторождения, не освоенного промышленностью;

б) доразведка разрабатываемого месторождения.

Стадия 8. Эксплуатационная разведка.

Региональное геологическое изучение проводится для выявления геологического строения регионов, выяснения закономерностей пространственного размещения полезных ископаемых в региональных структурах и прогнозной оценки их ресурсов в пределах выделенных перспективных площадей. Региональные геофизические работы должны обеспечивать создание структурной основы региона, выявление важнейших геолого-структурных эле-

ментов, выбор направлений и методики последующих геологосъемочных работ.

Назначение региональной геологической съемки сводится к познанию геологического строения района, состава слагающих его пород, выяснению пространственных закономерностей размещения полезных ископаемых, прогнозных предпосылок и признаков их проявления, оконтуриванию перспективных районов и узлов с оценкой их прогнозных ресурсов по категории P_3 .

Геологосъемочные работы проводятся в пределах районов и узлов, перспективных на выявление полезных ископаемых, прогнозные ресурсы которых оценены по категории P_3 . Они включают геологическую съемку масштаба 1:50 000, поиски полей и месторождений полезных ископаемых, с оценкой их прогнозных ресурсов по категориям P_2 и P_1 .

Геологическая съемка масштаба 1:50 000 (в особо сложных условиях 1:25 000) обеспечивает геолого-геофизическую основу поисковых работ, выявление и уточнение благоприятных поисковых предпосылок и признаков, рудных полей и крупных месторождений простого строения.

В тех случаях, когда комплексы горных пород, перспективные на выявление полезных ископаемых, погребены под более поздними отложениями и залегают на глубинах, доступных для эксплуатационных работ, производится их глубинное геологическое картирование. По результатам глубинного картирования выделяются участки, благоприятные для постановки поисковых работ, и уточняются перспективы конкретных геологических структур.

Поисковые работы выполняются на ранее составленной геолого-геофизической основе для выявления рудных полей и месторождений и оценки их прогнозных ресурсов. Поиски бассейнов и полей крупных месторождений полезных пород, углей, железных руд и других полезных ископаемых, залегающих в простых геологических условиях, могут проводиться и на основе масштабов 1:200 000—1:50 000 с оценкой их прогнозных ресурсов по категории P_2 (а на участках детализационных работ — даже по категории P_1).

Поиски масштаба 1:10 000 проводятся на площадях потенциальных рудных полей сложного строения, оцененных в процессе общих поисковых работ или на ранее опоскованных площадях (в случаях изменения представлений об их перспективности) для выявления и оценки потенциальных месторождений полезных ископаемых с оценкой их суммарных прогнозных ресурсов по категориям P_2 — P_1 . Поиски крупных месторождений простого строения могут проводиться в масштабе 1:25 000, а весьма сложных месторождений — в масштабе 1:5 000.

Поисково-оценочные работы рассматриваются как стадия, переходная от поисков к разведке месторождений. Они проводятся на участках потенциальных месторождений, выявленных в процессе поисковых работ, с целью оценки возможного промышленного значения выявленных месторождений полезных ископаемых и массовой отбраковки заведомо непромышленных рудопрояв-

лений. Эти работы завершаются оценкой прогнозных ресурсов по категории P_1 .

Геометризованные запасы участков детализационных работ, подтверждающие вероятную промышленную значимость месторождения, оцениваются по категории C_2 . Масштабы поисково-оценочных работ изменяются от 1:10 000 (для крупных месторождений простого строения) до 1:1000 (для мелких месторождений сложного строения).

На стадии предварительной разведки выясняются общие масштабы полезной минерализации, среднее качество минерального сырья в недрах, а на участках выборочной детализации наблюдений устанавливаются важнейшие особенности строения залежей. По совокупности этих данных решается вопрос о целесообразности и очередности промышленного использования данного месторождения. Основная задача предварительной разведки заключается в изучении состава и внутреннего строения минерализованных зон или очень крупных залежей с оценкой содержащихся в них запасов по категории C_2 , а на участках детализационных работ — по категории C_1 .

На стадии детальной разведки выясняются все сведения, необходимые для проектирования горного предприятия и начала отработки месторождения. В качестве объектов непосредственного изучения рассматриваются уже не минерализованные зоны, а отдельные слагающие их залежи полезных ископаемых, а на эталонных участках изучаются детали их строения. Основная задача детальной разведки сводится к выявлению особенностей состава и строения залежей полезных ископаемых, как самостоятельных объектов отработки, с оценкой содержащихся в них запасов по категориям $A+B+C_1$.

В условиях действующих горных предприятий продолжается доразведка месторождений (поиски и разведка новых залежей на его флангах и глубоких горизонтах), а на эксплуатируемых участках месторождения проводится эксплуатационная разведка. Основная цель доразведки сводится к расширению сырьевой базы горного предприятия за счет выявления дополнительных минеральных ресурсов в непосредственной близости от эксплуатируемых участков, а целью эксплуатационной разведки является дальнейшая детализация сведений о составе и строении полезных ископаемых, их технологических свойствах и горно-геологических условиях разработки в пределах отдельных эксплуатационных единиц — этажей, панелей, блоков или уступов.

Цели и задачи каждой стадии и подстадии геологоразведочных работ увязаны в действующих методических указаниях с основными положениями классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. По сравнению с прежними указаниями в них существенно конкретизированы объекты изучения и оценки каждой стадии, особенно для ранних стадий геологоразведочных работ, а также комплексы рекомендуемых методов и технических средств.

В действующей классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (1981 г.) сохраняется преемственность основных положений предыдущей классификации (1960 г.). Многие основные положения уточнены на основе опыта разведки и эксплуатации месторождений за истекшие двадцать лет, а их содержание приведено в соответствие с основами законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах, введенными в действие с 1976 г. В частности, повышены требования к запасам категорий А, В, С₁ и С₂ в отношении изученности вещественного состава полезных ископаемых и его технологических свойств, гидрогеологических, инженерно-геологических, геохронологических, горно-геологических и других природных факторов, определяющих условия эксплуатации месторождений. Усилены требования к изучению возможностей комплексного использования сопутствующих полезных компонентов и ископаемых. Уточнен и подход к обоснованию категорий разведанных запасов. Если в классификации 1960 г. основным критерием квалификации запасов считалась детальность их разведки, то в действующей классификации принадлежность разведанных запасов к той или иной категории обосновывается результатами выполнения комплекса требований, установленных применительно к каждой категории. Так, например, если к категории А ранее относились запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей полное выяснение условий залегания, форм и строения тел полезных ископаемых и т. п., то в действующей классификации эти условия детально расшифровываются. Так, например, для запасов категории А должны быть установлены размеры, форма и условия залегания тел полезного ископаемого, изучены характер и закономерности изменчивости морфологии и т. д. Таким образом, современные требования, регламентирующие квалификацию разведанных запасов по категориям, не предопределяют заранее степени детальности разведки тел полезных ископаемых, что способствует более объективному подходу к определению категорий разведанных запасов. В действующей классификации, впервые в отечественной практике, включены требования к оценке прогнозных ресурсов, что способствует последовательному изучению минерально-сырьевого потенциала геологических объектов различных масштабов — от провинций, бассейнов, рудных районов и зон (категория Р₃), до рудных узлов, полей (категория Р₂) и месторождений (категория Р₁). В связи с введением категорий прогнозных ресурсов значительно повысились требования к изученности предварительно оцененных запасов категории С₂.

В действующих методических указаниях о проведении геолого-разведочных работ по стадиям определяется необходимая степень разведанности запасов или обоснованности ресурсов полезных ископаемых для каждой стадии исследования недр, что способствует планированию геологоразведочных работ и упорядочению

учета выявляемых запасов и ресурсов полезных ископаемых. Так, прогнозные ресурсы категории P_3 служат основой планирования поисковых работ, а ресурсы категории P_2 — основанием для разработки заданий на поисково-оценочные работы. По сумме выявленных ресурсов категории P_1 и предварительно оцененных запасов категории C_2 решаются вопросы о целесообразности предварительной разведки, а суммарные запасы категорий C_2 и C_1 служат основой планирования детальных разведочных работ. В соответствии с действующим положением прирост прогнозных ресурсов категорий P_1 , P_2 и P_3 не планируется, прирост предварительно оцененных запасов категории C_2 планируется только в масштабе отрасли (по Министерству геологии СССР), а прирост разведанных запасов категорий А, В и C_1 планируется в общегосударственном масштабе.

Таким образом, действующая классификация способствует дальнейшему повышению эффективности геологоразведочных работ, а сведения о прогнозных ресурсах, предварительно оцененных и разведанных запасах способствуют оптимизации текущих и перспективных планов геологоразведочных работ. Однако, несмотря на заметную модернизацию и совершенствование классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых, а также методических указаний о проведении геологоразведочных работ по стадиям, оба этих важнейших государственных документа еще нуждаются в дальнейшем улучшении и взаимоувязке.

Прежде всего обращает на себя внимание, что категории запасов полезных ископаемых устанавливаются по степени их разведанности, в то время, как категории прогнозных ресурсов выделяются по степени их обоснованности. Различные принципы выделения категорий запасов и ресурсов нарушают логическое единство их классификации, поскольку они представляют собой явления одного прогнозного порядка и различаются по сути дела только степенью детальности их изучения.

Классификацией не устанавливаются и требования к размерам оцениваемых объемов недр применительно к каждой категории запасов или ресурсов, что препятствует разработке критериев их разведанности. На этом вопросе необходимо остановиться особо, поскольку именно недоучет требования согласованности масштабов изучения и оценки рудоносных объемов недр препятствует широкому использованию количественных методов интерпретации и оценки геологоразведочных данных.

В первой половине текущего столетия, когда возможности горной технологии были еще весьма ограничены, вопрос о рациональных объемах рудоносных участков недр при оценке их запасов практически не возникал. В тот период представления о телах полезных ископаемых были вполне определены и однозначны. В частности, В. М. Крейтер рассматривал формы тел полезных ископаемых не только как важнейший горно-геологический фактор, в значительной степени определявший выбор системы разработки месторождения, но и как объемное понятие, по которому исчисля-

ются запасы руд и металлов. Группировка месторождений для разведочных целей была основана В. М. Крейтером именно на различиях форм рудных тел. Однако в то время им в должной степени не учитывалось влияние размеров рудных тел на методику оценки их запасов. Наряду с телами полезных ископаемых очень крупных размеров (до 0,5—1 км в поперечнике) в предложенной группировке участвовали весьма мелкие рудные тела — шпильки, линзы, гнезда и карманы, с поперечными сечениями от десятков сантиметров до нескольких метров. Поскольку объектами селективной выемки являлись в то время технологически сплошные скопления полезных ископаемых любых, даже весьма малых размеров, каждое из них рассматривалось как самостоятельный объект разведочных работ. В таких условиях широкий диапазон размеров рудных тел не препятствовал классификации и оценке содержащихся в них запасов по различным категориям.

В связи с постоянно возрастающими возможностями технологии разработки, обогащения и переработки полезных ископаемых со временем в единых контурах промышленного оруденения, установленных по геологическим или геолого-экономическим данным, стали объединять группы пространственно сближенных скоплений полезных ископаемых, предназначенных к выемке самостоятельной системой горно-эксплуатационных работ. При оценке суммарных запасов таких скоплений возникло представление о рудных телах прерывистого строения, которого ранее вообще не существовало, и появилась необходимость учитывать разубоживающее влияние разделяющих их участков пустых пород или некондиционных руд. В случаях же крупных размеров таких участков их стали исключать из подсчета с помощью особого коэффициента продуктивности (рудности).

Представления о рудных телах сложного или прерывистого строения привели к тому, что понятие тела полезного ископаемого утратило свою определенность, стало расплывчатым и нечетким. Контурные, морфологические особенности и внутреннее строение подобных тел оказались в зависимости от значения кондиционных параметров, принятых в основу оконтуривания запасов, а их предельные размеры — от проектируемой системы разработки месторождения. В связи с этим формы и размеры локальных рудных скоплений утратили значение ведущего фактора при выборе оптимального варианта разведки, уступив эту роль морфологическим критериям отдельных участков месторождения. Утратили свое принципиальное значение и различия между категориями разведанных запасов, поскольку запасы категорий А, В и С₁ для тел полезных ископаемых сходных размеров стали различаться, по сути дела, только детальностью изучения их внутреннего строения. По действующей классификации для всех категорий разведанных запасов требуется знание размеров, форм и условий залегания тел полезных ископаемых, в отношении же их внутреннего строения для категории А предлагается изучать эти закономерности, а для категории С₁ — выяснять основные особенности внутреннего

строения, оценивать изменчивость и возможность прерывистых тел полезных ископаемых.

Очевидно, что по дискретной разведочной сети могут быть уверенно геометризованы только сплошные скопления полезных ископаемых, размеры которых по крайней мере в несколько раз больше ее ячеек, а все более мелкие скопления останутся невыясненными или будут вскрыты единичными случайными пересечениями. Следовательно, на ранних стадиях разведочных работ возможны оконтуривание и оценка принципиальных особенностей строения только отдельных участков месторождений или крупных минерализованных зон. И лишь по более густой сети, в контурах таких участков или зон, удается геометризовать отдельные тела (продуктивные залежи) полезного ископаемого. Если же по данным редкой сети ориентироваться на оценку незначительных по размерам скоплений полезных ископаемых, то вся полезная информация ограничится случайным набором данных о числе рудных пересечений и вычисленными по ним средними геологоразведочными параметрами. Поэтому при сложном и, тем более, прерывистом строении месторождений полезных ископаемых необходимо учитывать влияние густоты наблюдений на достоверность оценок важнейших геологоразведочных параметров, строго соблюдая условия сопоставимости (соразмерности) объектов оценки с размерами ячеек разведочной сети. В частности, для запасов категории C_2 объектами оконтуривания и оценки могут служить отдельные участки разведываемых месторождений или крупные минерализованные (продуктивные) зоны, которые рассматриваются как самостоятельные объекты горного вскрытия.

Для запасов категории C_1 такими объектами могут служить рудные тела (продуктивные залежи), представляющие собой объекты самостоятельных горно-подготовительных работ. Более мелкие участки или скопления полезных ископаемых, представляющие собой объекты самостоятельных нарезных и очистных работ, рационально оконтуривать и оценивать на стадии эксплуатационной разведки или в процессе добычи полезного ископаемого. В связи с этим категории В и А практически не нужны в процессе детальных разведочных работ.

В классификации еще недостаточно полно учитываются требования принципов аналогии и выборочной детализации в разведке. В соответствии с этими принципами для суждения о деталях строения тел полезных ископаемых в объемах недр, расположенных между соседними разведочными пересечениями, необходимо располагать достоверными сведениями по эталонным участкам, изученным по заведомо более густой сети наблюдений. В качестве эталонных должны выбираться наиболее типичные участки месторождений, зон или тел полезных ископаемых, в пределах которых следует производить выборочное сгущение разведочной сети. При этом чем сложнее месторождение, тем гуще должна быть сеть наблюдений и тем больше эталонных участков должно быть разведано. В дальнейшем информация, полученная по участкам вы-

борочной детализации, распространяется по принципу аналогии на прилегающие к ним участки разведываемого месторождения.

Действующей классификацией предусматривается обязательная детализация геологоразведочных работ (до категорий А и В), но только при детальной разведке месторождений сравнительно простого геологического строения (месторождения первой и второй групп), в то время как для наиболее сложных месторождений третьей и четвертой групп выборочная детализация запасов не предусматривается. Таким образом, по мере усложнения геологического строения разведываемых месторождений требования классификации к выборочной детализации геологоразведочных данных не возрастают, а наоборот, уменьшаются, что по меньшей мере парадоксально. Если выборочное, более детальное изучение отдельных блоков признается целесообразным при разведке месторождений простого строения, то при разведке сложнопостроенных месторождений оно тем более необходимо, так как без информации о закономерностях внутреннего строения залежей невозможно обоснованное проектирование горных предприятий.

В практике геологоразведочных работ это противоречие находит свое частичное разрешение в том, что на стадии детальной разведки выборочная детализация часто осуществляется в связи с требованиями к изучению гидрогеологических и горнотехнических условий месторождений с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения. Однако при разведках месторождений третьей и четвертой групп нечеткость требований к выборочной детализации данных часто приводит к невыполнению минимума детализационных работ и, как следствие этого, к неправильному пониманию важнейших особенностей внутреннего строения залежей полезных ископаемых.

Таким образом, с учетом вышеназложенных положений классификация разведанных запасов по трем самостоятельным категориям представляется нецелесообразной. Поскольку даже при детальной разведке месторождений простого строения три четверти запасов оцениваются по категории C_1 , значение запасов категорий А и В для их геолого-экономической оценки ничтожно, тем более что месторождения сложного геологического строения, разведанные только до категории C_1 (и C_2), передаются в промышленное освоение и успешно эксплуатируются горными предприятиями. На практике выделение разведанных запасов категорий А и В приводит лишь к усложнению методики их учета и оценки эффективности геологоразведочных работ. Например, для оценки себестоимости разведки полезных ископаемых используются мало обоснованные переходные коэффициенты, надобность в которых отпадает, если ориентироваться на среднюю себестоимость разведанных запасов. Как показано выше, целесообразность учета разведанных запасов по единой категории подтверждается и мировым опытом классификации минеральных ресурсов.

Отсутствие единых принципов классификации запасов и ресурсов особенно отчетливо проявляется при попытках увязать степень их разведанности с достоверностью оценок важнейших количественных характеристик и общих цифр запасов. При одинаковом числе разведочных пересечений точность подсчета запасов и оценок средних геологоразведочных параметров часто оказывается сопоставимой для рудоносных скоплений самых различных размеров. В практике геологоразведочных работ нередки случаи более низкой достоверности запасов категорий А и В в пределах небольших блоков по сравнению с достоверностью запасов категории С₁ в крупных блоках тех же месторождений. Поэтому понятия разведанности и достоверности запасов взаимонезависимы и не могут быть выведены друг из друга.

Классификация запасов как по степени их достоверности, так и по степени разведанности имеет практический смысл лишь для регламентированных объемов недр, поскольку характеристики средних содержаний компонентов, погрешностей подсчета запасов и детальности их изучения несопоставимы без указания конкретных объемов, к которым они относятся. В действующей же классификации общие оценки степени разведанности, а также изученности горнотехнических условий эксплуатации и технологических свойств полезных ископаемых относятся ко всему разведываемому объему в целом, а оценки степени изученности условий залегания, форм и строения минеральных скоплений — к отдельным телам полезных ископаемых, без регламентации их размеров и независимо от стадии геологоразведочных работ.

В результате запасы одной и той же категории (например, категории С₂) могут выделяться и подсчитываться на стадиях поисково-оценочных работ, предварительной, детальной разведки, а также при доразведке месторождений. Все это приводит к осложнениям внутриотраслевого планирования прироста запасов категории С₂ отдельно для стадий поисково-разведочных работ, предварительной и детальной разведок и к необходимости особого, общегосударственного планирования прироста запасов категории С₂ для стадии детальных работ на месторождении весьма сложного геологического строения (третьей и четвертой групп). В еще большей степени осложняются способы учета запасов полезных ископаемых категории С₂ в связи с требованиями временных или постоянных кондиций к подсчетам запасов конкретных месторождений.

Наряду с избыточным числом категорий разведанных запасов полезных ископаемых в действующей классификации выделяется только две группы запасов по их народнохозяйственному значению — балансовые и забалансовые запасы, подлежащие самостоятельной оценке и учету.

В то же время с учетом влияния фактора времени для оперативной оценки минерально-сырьевой базы народного хозяйства, текущего и перспективного планирования геологоразведочных работ крайне необходимы сведения о резервах самого ближайшего

будущего, включающих запасы, находящиеся на грани современных кондиций, которые практически будут использованы промышленностью в течение срока существования горнодобывающего предприятия. В мировой практике такие «бортовые» запасы выделяются под названием «марджинальных» («парамарджинальных»), а для их выделения используются различные экономические критерии (цены, себестоимость продукции, отношения себестоимости к цене, возможность рентабельной отработки запасов в данное или ближайшее время).

Совершенствованию действующих методических указаний по проведению отдельных стадий геологоразведочных работ могут способствовать более четкое определение целей и задач каждой стадии с конкретизацией объектов изучения и оценки, а также более тесная увязка целей и задач каждой стадии с положениями классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых. Это может быть достигнуто на основе структурно-системного подхода к оценке степени изученности запасов в зависимости от стадии геологоразведочных работ с использованием представлений об иерархии структурных уровней в строении рудоносных участков недр и определением их примерных масштабов для каждой стадии геологоразведочных работ. Принципиальное решение такой задачи предложено в работах [13, 14, 16, 42].

Использование структурно-системного подхода исключает необходимость классифицировать запасы по степени разведанности месторождений и тел полезных ископаемых, поскольку за основу принимаются размеры минерализованных участков недр соответствующего структурного уровня. Четкая регламентация объемов недр, к которым следует относить запасы или ресурсы полезных ископаемых, оцениваемых по данным проведенных геологоразведочных работ, устраняет неопределенность, присущую действующей классификации запасов. Поскольку разномасштабные скопления полезных ископаемых представляют собой объекты оценок на разных стадиях изучения недр, категории запасов органически связываются с соответствующими стадиями геологоразведочных работ. В частности, на стадии поисково-оценочных работ должны оцениваться прогнозные запасы месторождений, на стадии предварительной разведки — предварительно оцененные запасы (категории С₂) участков месторождений (продуктивных зон), на стадии детальной разведки — разведанные запасы отдельных тел полезных ископаемых (продуктивных залежей), а на стадии эксплуатационной разведки — запасы их эксплуатационных участков и блоков. Такой подход не только обеспечивает органическую связь классификации запасов с целями и задачами каждой стадии, но и устанавливает единый принцип их классификации — по масштабам оцениваемых скоплений полезных ископаемых.

Запасы каждой из выделяемых категорий должны разведываться с детальностью и достоверностью, которая отвечает оптимальным соотношениям между затратами на проведение геологоразведочных работ и риском экономических потерь при переходе к сле-

дующей стадии освоения недр [42]. При таком подходе, в отличие от действующей классификации, погрешности оценок относятся к заведомо регламентированным объемам недр, чем обеспечивается правомерность применения количественных методов для их определения.

Таким образом, количественные оценки изменчивости оруденения и степени разведанности полезных ископаемых могут использоваться как для прогнозирования ожидаемых запасов, так и для оптимизации условий геологоразведочных работ.

Критика недостатков действующей классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых, а также методических указаний о проведении геологоразведочных работ по стадиям призвана способствовать выбору путей их дальнейшего совершенствования. Однако сделанные замечания желательно учитывать при использовании действующего положения в процессе геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых. В частности, при геолого-экономической оценке месторождений по результатам любой стадии геологоразведочных работ следует обращать особое внимание на соответствие размеров выявляемых скоплений полезных ископаемых масштабам и детальности проведенной стадии геологоразведочных работ. Необходимо также сопоставлять размеры рудоносных объемов недр, по которым производится оценка важнейших геологоразведочных параметров, и достоверность оцениваемых запасов полезного ископаемого.

Кроме того, необходима тщательная оценка качества детализационных работ, представительности участков выборочной детализации наблюдений по отношению ко всему месторождению, а также оптимальности соотношений объемов детализационных и суммарных геологоразведочных работ. С учетом того, что основная цель выборочной детализации наблюдений на типичных (эталонных) участках сводится к выяснению и оценке особенностей внутреннего строения природных скоплений полезных ископаемых и деталей пространственного размещения полезных концентраций, очевидно, что максимальные объемы детализационных работ следует проводить на наиболее сложных месторождениях.

Рациональные объемы и соотношения детализационных работ должны устанавливаться по геологической целесообразности с учетом индивидуальных особенностей разведываемых месторождений. При геолого-экономической оценке месторождений следует ориентироваться по результатам:

- поисково-оценочных работ на прогнозные ресурсы категории P_1 ;
- предварительной разведки на предварительно оцененные запасы категории C_2 ;
- детальной разведки на разведанные запасы категории C_1 ;
- эксплуатационной разведки на разведанные и подготавливаемые к добыче запасы эксплуатационных участков и блоков.

Хотя запасы участков детализационных работ часто могут быть оценены и по более высоким категориям, однако их доля в общих

запасах, как правило, невелика. Конкретные объемы детализационных работ могут изменяться в широком диапазоне, причем общая их доля возрастает с увеличением сложности строения месторождений, но, как правило, редко превышает 15—20 %.

Глава 3

Годовая производительность горного предприятия и экономическая эффективность капитальных затрат

Годовая производительность горного предприятия является одним из важнейших параметров разработки месторождений и, следовательно, ведущим показателем оценки природного ресурса. От нее зависит величина выпускаемой товарной продукции и степень удовлетворения ею потребностей народного хозяйства. Годовая производительность рудника определяет срок эксплуатации месторождения, капиталовложения для его освоения, уровень эксплуатационных расходов, величину ежегодной прибыли и другие технико-экономические показатели разработки природного ресурса.

Для установления производительности горного предприятия основное значение имеют:

- запасы месторождения и их качество;
- горнотехнические условия развития добычи руды, сроки освоения и разработки данного объекта;
- разведанность природного ресурса и геологические перспективы увеличения его запасов.

При освоении месторождений с очень значительными, иногда практически неограниченными запасами (месторождения железных руд, цементного сырья и др.) годовая производительность предприятия определяется, исходя из потребностей в данном виде минерального сырья. При этом учитываются темпы развития соответствующей отрасли промышленности и обеспечение ее производства за счет существующих и намечаемых к строительству предприятий. Одновременно определяется долевое участие в этом производстве будущего предприятия, предназначенного для эксплуатации оцениваемого месторождения. Описываемый случай является наиболее простым. Значительно сложнее решается вопрос при оценке месторождения с ограниченными запасами. Тогда производительность горного предприятия определяется путем развернутых технико-экономических расчетов с использованием метода вариантов. Из всех сопоставляемых вариантов выбирается наиболее экономичный.

Вопросы, связанные с производительностью горного предприятия, глубоко и всесторонне исследованы академиком М. И. Агошковым [2]. Различают годовую производительность предприятия по горным возможностям и экономически целесообразную (оптимальную) производительность. Производительность по горным возможностям характеризует верхний предел годовой добычи полез-

ного ископаемого на рассматриваемом месторождении (или его части) при данном уровне развития научно-технического прогресса.

Экономически целесообразной (оптимальной) считается годовая производительность, при которой достигаются наилучшие экономические показатели эксплуатации месторождения (себестоимость продукции, приведенные затраты на ее получение).

Годовая добыча рудника, которая может быть достигнута по горным возможностям, зависит от многочисленных факторов, главнейшие из которых объединяют в три группы.

Факторы геологические, определяющие индивидуальную характеристику данного месторождения — число рудных тел, их форму, размеры, углы падения, глубину залегания, физические свойства руды и вмещающих пород, гидрогеологические условия, рельеф поверхности.

Факторы горнотехнические, устанавливающие способ вскрытия, размеры шахтных полей и порядок их отработки, систему разработки и размеры их основных элементов, число одновременно разрабатываемых этажей.

Факторы организационно-технические, включающие техническую оснащенность рудника и средства механизации горных пород, число рабочих дней и смен в году, скорость проходки горнокапитальных и подготовительных выработок.

Определение годовой производительности горного предприятия

М. И. Агошковым разработаны два основных метода определения годовой производительности рудника по горным возможностям: 1) по интенсивности разработки месторождения, выражаемой годовым понижением горизонта выемки месторождения; 2) по условиям развития очистных работ на месторождении (в шахтном поле).

Определение годовой производительности рудника по интенсивности разработки месторождения применяется в основном при эксплуатации наклоннозалегających и крутопадающих месторождений. Для ее расчета используется формула

$$A_{\max} = VS\gamma \frac{K_{\text{и}}}{K_{\text{к}}}, \quad (1)$$

где V — годовое понижение очистной выемки по вертикали в среднем по всей рудной площади месторождения, м/год; S — рудная площадь месторождения, м²; γ — объемная масса руды, т/м³; $K_{\text{и}}$ — коэффициент извлечения руды из месторождения; $K_{\text{к}}$ — коэффициент изменения качества руды, $K_{\text{к}} = 1 - P$ (P — коэффициент разубоживания при добыче).

Интенсивность разработки большинства месторождений разных видов полезных ископаемых характеризуется величиной среднего годового понижения уровня выемки на месторождении по вертикали (V). Величина годового понижения зависит от многих факторов, главными из них являются:

Зависимость годового понижения от категории шахтных полей
и этажности разработки месторождений

Подземная разработка		Открытая разработка	
размеры шахтных полей* и число этажей в выемке	годовое понижение V, м	размер карьеров	годовое понижение V, м
Поля очень больших размеров		Очень крупные (более 5 км ²)	3—10
одноэтажная	8—15		
двухэтажная	10—20		
Поля больших размеров		Крупные (2—5 км ²)	5—12
одноэтажная	12—22		
двухэтажная	15—25		
Поля средних размеров		Средние (0,5—2 км ²)	7—15
одноэтажная	15—25		
двухэтажная	18—30		
многоэтажная	20—40		
Поля небольших размеров		Небольшие (до 0,5 км ²)	10 и более
одноэтажная	18—30		—
двухэтажная	22—45		—
многоэтажная	30—60		—

* К шахтным полям очень больших размеров относятся поля длиной свыше 1,5 км; больших — от 1 до 2 км; средних — от 0,5 до 1 км; небольших — менее 0,5 км.

— способ разработки; при подземном способе величина V колеблется в пределах 10—50 м/год, а при открытом способе — значения V редко превышают 5—15 м/год;

— площадь горизонтального сечения месторождения — $S = mL$, где m — средняя горизонтальная мощность рудных тел, а L — общая длина их по простиранию. Наибольшее годовое понижение выемки имеет место при разработке маломощных пластов и жил и небольшой длине шахтного поля (месторождения);

— угол падения месторождения, по мере увеличения угла падения тел полезных ископаемых годовое понижение выемки растет;

— число одновременно разрабатываемых этажей, зависящее от природных особенностей месторождения и применяемых систем разработки. При большинстве систем разрабатываются один-два этажа, при системах с закладкой выработанного пространства — до шести — восьми этажей.

Значения V в табл. 2 даны на основании практики последних 10—15 лет [4].

Значения верхних пределов V рекомендуется принимать для месторождений, имеющих небольшую мощность и простую морфологию, значения нижних пределов — для мощных месторождений со сложной морфологией и значительными тектоническими нарушениями.

Влияние мощности и угла падения рудного тела на величину учитывается поправочными коэффициентами (табл. 3).

Определение годовой производительности рудника по условиям развития очистных работ на месторождении применяется при

Поправочные коэффициенты к годовому понижению выемки (V)
в зависимости от угла падения и мощности рудного тела

Угол падения, град.	Поправочный коэффициент	Мощность рудных тел, м	Поправочный коэффициент
90	1,2	Маломощные, до 5	1,25
60	1,0	Средней мощности, 5—15	1,0
45	0,9	Мощные, 15—25	0,8
30	0,8	Очень мощные, свыше 25	0,6

эксплуатации горизонтальных и пологопадающих месторождений. Годовая добыча A является функцией производительности забоя, числа одновременно действующих забоев в пределах одной выемочной единицы и числа выемочных единиц (камер, блоков), находящихся в стадии очистной выемки. Выражение этой общей зависимости для разнообразных условий залегания и разработки рудных месторождений может быть различным. Так, для камерной разработки пологопадающих и горизонтальных месторождений годовая добыча из очистных работ равна

$$A' = naLq,$$

где a — ширина камеры или забоя; n — число камер в работе; L — среднегодовое подвигание забоя в камерах с учетом резерва; q — выход руды с 1 м² рудного тела.

Общая годовая добыча рудника будет равна

$$A = \frac{A'}{\mu} = \frac{naLq}{\mu} = \frac{nP}{\mu},$$

где $P = aLq$ — среднегодовая производительность забоя (камеры); μ — коэффициент добычи очистными работами.

Расчетное годовое подвигание забоя зависит от организации очистных работ и равно

$$L_p = \frac{T}{t}l,$$

где l — подвигание забоя за цикл; t — продолжительность цикла в рабочих сменах или днях; T — число рабочих смен или дней в течение года.

Среднегодовое подвигание забоя

$$L_p = \frac{L_p}{t} = \frac{Tl}{tf},$$

где f — коэффициент резерва (обычно 1,5—1,25).

Для открытых работ интенсивность разработки определяется темпами продвижения забоев и фронта работ, а также уходом на глубину.

Темпы продвижения забоя находятся из выражения

$$l = \frac{Q_3}{ah},$$

а годовое продвижение фронта работ n определяется как

$$n = \frac{A}{L_{\text{ср}} m_{\text{ср}}},$$

где Q_0 — производительность экскаватора, м³/сут; a — ширина забоя, м; h — высота уступа, м; A — годовая производственная мощность карьера, м³; $L_{\text{ср}}$ — средняя длина фронта работ, м; $m_{\text{ср}}$ — средняя мощность рудного тела, м.

Уход на глубину за год

$$W = \frac{A}{L_n B},$$

где L_n — длина карьерного поля по простираанию, м; B — ширина карьерного поля по полезному ископаемому, м. В известной мере величина W отвечает показателю V в расчете интенсивности подземной добычи.

Возможная производительность по руде при открытом способе добычи определяется по выражению

$$A = W S \gamma \frac{K_n}{K_k}.$$

Годовая производительность карьера может быть определена также в зависимости от производительности экскаватора, числа одновременно работающих забоев и числа рабочих дней и смен в году:

$$A = \frac{p N t T}{\left(1 + \frac{B}{100}\right)},$$

где A — годовая производительность предприятия; p — сменная производительность экскаватора, т. е. сменная производительность забоя по руде; N — число забоев; t — число рабочих смен в сутки; T — число рабочих дней в году.

Годовая производственная мощность в связи с запасами полезного ископаемого и сроком существования горного предприятия

Определив возможную производительность предприятия по горнотехническим условиям, следует рассмотреть этот вопрос в связи со сроком существования предприятия. Нецелесообразно строить крупное предприятие на небольшом месторождении с коротким сроком существования и длительным сроком строительства горнорудного предприятия. Экономически выгодно, чтобы в течение срока существования предприятия была использована полностью та часть капитальных вложений, которую нельзя переместить на другие предприятия после того, как месторождение будет выработано, или использовать на месте для других целей. Можно поэтому говорить об экономически целесообразных сроках существования

Зависимость срока существования горнорудного предприятия от его годовой мощности [4]

Масштаб месторождений и горных предприятий	Количество разведанных запасов, млн. т	Экономически оптимальный срок отработки запасов, лет
Мелкий	5—10	10—25
Средний	10—40	15—35
Крупный и очень крупный	>40	25—60

предприятия. Очевидно, срок существования предприятия может быть определен из следующего выражения:

$$T = \frac{QK_{и}}{AK_{к}},$$

где Q — запасы полезного ископаемого на месторождении, т; T — срок существования рудника, годы; $K_{и}$ — коэффициент извлечения руды при добыче; $K_{к}$ — коэффициент качества руды, учитывающий разубоживание.

Отсюда, если взять экономически целесообразный в данных условиях срок существования предприятия (T), годовая производственная мощность (табл. 4) его будет

$$A = \frac{QK_{и}}{TK_{к}}. \quad (2)$$

При планировании геологоразведочных работ учитываются следующие примерные сроки минимальной обеспеченности разведанными запасами отдельных предприятий, рудников, промыслов (при необходимом соотношении разведанных запасов по категориям):

— по предприятиям черной металлургии рудники и карьеры должны обеспечиваться разведанными запасами железных руд и других видов сырья на 20—25 лет, а крупные горно-обогатительные комбинаты — не менее чем на 40 лет;

— по предприятиям цветной металлургии сроки обеспеченности разведанными запасами руд цветных, редких и благородных металлов могут колебаться в значительных пределах в зависимости от масштабов и характера этих предприятий;

— по крупным предприятиям алюминиевой промышленности сроки обеспеченности разведанными запасами бокситов должны быть рассчитаны на 30—40 лет, а запасами нефелиновых или алуитовых руд — на срок не менее 50 лет;

— по крупным предприятиям медной, свинцово-цинковой и никелевой промышленности — на 30—40 лет, а по добыче и производству вольфрама, молибдена, олова, ртути — на 20—30 лет, по золоту — на 15—20 лет;

— по небольшим предприятиям, эксплуатирующим богатые месторождения некоторых цветных металлов, золота и ценных

видов неметаллического сырья, а также по россыпным месторождениям благородных и редких металлов — на 5—10 лет;

— по предприятиям угольной промышленности разведанные запасы угля должны обеспечивать срок действия шахт мощностью 0,6—0,9 млн. т на 40—50 лет, мощностью 1—2 млн. т — на 50—60 лет, карьеры мощностью 3 млн. т и более — на 40—50 лет; по нефтяной промышленности обеспеченность намечаемых уровней добычи разведанными запасами нефти по отдельным районам должна составлять по категориям А+В+С₁ 35—40 лет, а по газовой промышленности — 25—30 лет.

При окончательном выборе годовой производительности рудника в пределах приведенных значений T учитывается ряд условий.

Наименьшие значения T рекомендуется принимать [4] при:

— особо большой потребности в рассматриваемом виде полезного ископаемого и высокой его ценности;

— благоприятных горно-геологических условиях вскрытия и разработки месторождений, а также возможности освоения проектной производительности рудника в короткий срок;

— относительно небольших капиталовложениях в строительстве горного предприятия;

— наличии обогатительной фабрики или металлургического завода, т. е. потребителей руды данного рудника; необходимость строительства обогатительной фабрики или металлургического завода, требующих больших капиталовложений, всегда приводит к удлинению срока существования горного предприятия, значительным горизонтальным размерам месторождения и небольшой глубине залегания;

— большом притоке воды, значительном горном давлении.

Наибольшие сроки отработки запасов принимаются при противоположных условиях.

Действительные сроки разработки рудных месторождений часто бывают более продолжительными по сравнению с намечаемыми при проектировании предприятия. Этому способствуют увеличение запасов при дальнейшей разведке месторождения, перевод запасов из низших в высшие категории, изменение кондиционных требований к руде под влиянием технического прогресса в добыче и переработке полезного ископаемого и др.

Установление годовой производительности рудника по конечной продукции перерабатывающих предприятий

Годовая производительность горного предприятия в тех случаях, когда предполагается кооперирование рудника с предприятиями, перерабатывающими руду — обогатительными фабриками и металлургическими заводами, рассчитывается не только по горнотехническим возможностям, но и с учетом производственных мощностей действующих (строящихся) обогатительных фабрик и металлургических заводов.

Расчет годовой производственной мощности горного предприятия, кооперированного с обогатительной фабрикой, исходя из годового выпуска концентрата, производится по формуле

$$A = \frac{Q_k c_k}{c_p K_k K_{об}}, \quad (3)$$

где A — годовая производительность рудника, т руды; Q_k — годовая производительность обогатительной фабрики, т концентрата; c_k — содержание металла в концентрате, %; c_p — содержание металла в руде по данным забойного опробования, %; K_k — коэффициент изменения качества руды, учитывающий разубоживание, в долях единицы; $K_{об}$ — коэффициент извлечения металла из руды в концентрат в долях единицы.

Продукция горнорудной промышленности — руды и концентраты — большей частью является сырьем для металлургической, химической и других отраслей перерабатывающей промышленности. Поэтому потребность в рудах и концентратах должна определяться с учетом производственных мощностей предприятий, перерабатывающих горнорудное сырье.

Годовая производственная программа горного предприятия, входящего в состав горно-металлургического комбината, рассчитывается по формуле

$$A = \frac{Q_m c_m}{c_p K_k K_m K_{об}}, \quad (4)$$

где Q_m — годовая производительность металлургического завода по выпуску металла, т; c_m — содержание металла в готовом продукте (обычно принимается в размере 100 %); K_m — коэффициент извлечения металла при металлургическом переделе; A , c_p , K_k , $K_{об}$ — см. соответствующие обозначения к формуле (3).

Экономически целесообразная (оптимальная) производительность горного предприятия

Известно, что с увеличением производительности предприятия эксплуатационные расходы на единицу продукции, как правило, снижаются. Почти пропорционально росту производительности рудника снижаются затраты по водоотливу и общерудничные накладные расходы. Уменьшаются, но не в прямой пропорции, расходы по откатке, подъему, вентиляции, ремонту и поддержанию выработок, освещению и обслуживанию поверхности шахт. Остаются неизменными на 1 т руды или изменяются очень мало расходы на подготовительные работы и очистную выемку.

С увеличением производительности рудника и фиксированных запасов месторождения возрастают также абсолютная величина капитальных вложений и их погашение на 1 т добытой руды. В этой связи увеличивать проектную производительность рудника экономически целесообразно до тех пор, пока снижение эксплуатационных расходов на 1 т продукции не будет перекрываться

ростом погашения капитальных затрат и полная себестоимость 1 т продукции не начнет возрастать.

Экономически целесообразная или «оптимальная» производительность рудника отвечает наиболее благоприятному сочетанию эксплуатационных расходов и погашения капитальных затрат, т. е. максимальной их сумме.

Задачу определения оптимального значения A_0 впервые решил М. И. Агошков [2], предложив в качестве критерия оптимальности показатель «минимальная себестоимость». Им было установлено, что полная себестоимость 1 т руды (C), как сумма эксплуатационных расходов и погашения (амортизации) капитальных затрат, может быть выражена формулой

$$C = C_1 A + \frac{C_2}{A} + C_3, \text{ руб./т.} \quad (5)$$

где C_1 — численный коэффициент, характеризующий степень изменения переменной части амортизации капитальных затрат в зависимости от годовой производительности рудника; C_2 — численный коэффициент, характеризующий степень изменения переменной части эксплуатационных расходов в зависимости от годовой производительности рудника (рудничный транспорт, подъем, водоотлив, сжатый воздух, общерудничные и общешахтные расходы); C_3 — сумма постоянных расходов и амортизации капитальных затрат на 1 т добычи, не зависящих от годовой производительности рудника (расходы по очистной выемке и подготовке при неизменной системе разработки); погашение капитальных затрат, не зависящее от годовой производительности и срока существования рудника.

Наибольшее снижение себестоимости наблюдается при достижении определенного уровня производительности рудника, который принято называть оптимальным A_0 . При значении $A = A_0$ снижение себестоимости добычи 1 т руды прекращается. Дальнейшее увеличение годовой производительности сопровождается ростом себестоимости. Типичный характер изменения себестоимости добычи 1 т полезного ископаемого в зависимости от роста годовой производительности рудника представлен на рис. 1 [4]. М. И. Агошков считает, что практический интерес представляет не столько сама величина оптимальной годовой производительности A_0 , сколько область оптимальных значений A_0 . В ее пределах должно приниматься искоемое значение A_0 с учетом ряда дополнительных факторов [4].

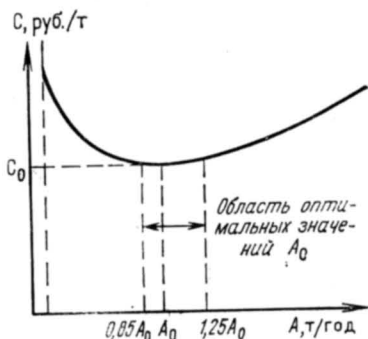


Рис. 1. Влияние годовой производительности горного предприятия A на себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого C . По М. И. Агошкову.

При определении оптимальной годовой производительности показатель себестоимости в соответствии с разившейся в последние годы теорией экономической эффективности эксплуатации природных ресурсов предлагается заменить народнохозяйственным эффектом (в денежном выражении) от использования всех запасов месторождений полезных ископаемых с учетом фактора времени. Нахождение оптимального значения A_0 по себестоимости 1 т продукции и тем более по величине народнохозяйственного эффекта представляет очень сложную технико-экономическую задачу. Ее решение становится возможным при проектировании горнорудного комплекса, а также при уточнении годовой производительности во время эксплуатации месторождения. Для оценки же месторождений по результатам геологоразведочных работ, когда нет еще достаточных и достоверных данных, годовую производительность рудника рекомендуется рассчитывать по горным возможностям. Оптимальная производительность может быть рассчитана в этот период упрощенно по формуле (2), исходя из балансовых запасов месторождения и экономически оптимальной продолжительности обработки месторождения [4].

Капитальные вложения и их эффективность

Капитальными вложениями являются денежные средства, выделяемые на капитальное строительство. Капитальное строительство представляет собой сооружение новых, расширение, реконструкцию и поддержание мощностей действующих промышленных предприятий, обновление и модернизацию основных фондов, планировку и благоустройство территории, строительство железных и автомобильных дорог, проводку энергетических коммуникаций и т. д.

Капитальное строительство имеет огромное народнохозяйственное значение. Оно обеспечивает быстрые темпы развития народного хозяйства и роста промышленного производства, способствует развитию технического прогресса, а следовательно, росту производительности труда и снижению себестоимости продукции, приближению промышленности к источникам сырья и топливу и более полному и рациональному использованию естественных ресурсов страны, повышению народного благосостояния.

Капитальное строительство осуществляется за счет амортизационных отчислений и специально выделяемой для этой цели части национального дохода страны. Национальный доход страны, хотя и очень велик, но не безграничен. Поэтому так важно значение общих капитальных вложений для оценки месторождений. Одним из важнейших оценочных показателей при установлении очередности освоения месторождения является размер общих капитальных вложений в будущее предприятие и эффективность их использования.

Общая сумма капитальных вложений, учитываемая при оценке месторождения, складывается из капитальных вложений в горнодобывающее предприятие, обогатительную фабрику и завод, перерабатывающий минеральное сырье.

Основными объектами капиталовложений являются следующие.

На подземных рудниках:

— капитальные горные выработки (стволы шахт, околовольные дворы, квершлагги, водосборники и др.);

— наземный шахтный комплекс (копер, надшахтное здание, здание подъемных машин, компрессорная и др.);

— машины и оборудование (подъемные машины, насосы, вентиляторы, оборудование для очистных работ и др.);

— вспомогательные и подсобные цехи (энергетическое хозяйство, водоснабжение, внешние транспортные магистрали и др.).

На карьерах:

— карьер как инженерное сооружение, обеспечивающее добычу полезного ископаемого открытым способом. Преобладающая часть капитальных вложений в строительство карьера приходится на вскрышные работы;

— оборудование (для буровзрывных работ, выемки и погрузки горной массы);

— сооружения, здания и оборудование транспорта (автомобильного и железнодорожного);

— линии электропередач и понизительные подстанции;

— сооружения и здания обслуживающего назначения (ремонтные мастерские, гаражи и др.).

На обогатительных фабриках:

— основные цехи (сухого дробления, измельчения и классификации, концентрации, обезвоживания, хранения концентратов; приготовления и распределения реагентов, складирования отходов — хвостов), включающие здания, сооружения, оборудование, рабочие и силовые машины и др.;

— вспомогательные цехи (водоснабжения, энергоснабжения; опробования и автоматического управления; ремонтные цехи и др.);

— внешний транспорт (железнодорожный, автомобильный) и др.

На металлургических заводах:

— основные цехи;

— вспомогательные цехи;

— внешний транспорт и др.

Кроме промышленных объектов капитальные вложения направляются на строительство объектов жилищно-коммунального и культурно-бытового назначения.

Таким образом, общие капитальные вложения состоят из затрат, необходимых для строительства промышленного комплекса по добыче, обогащению и переработке минерального сырья и объектов непроизводственного назначения, а также затрат на приобретение оборотных средств в начальный период эксплуатации месторождения.

При определении общих капитальных затрат особо следует рассматривать их величину, вложенную в дорогостоящие сооружения, необходимые для освоения месторождений, например, в строитель-

ство железнодорожных линий, районных электростанций, в сооружение водоемов, прокладку магистральных линий водоснабжения и энергоснабжения и т. д. Эти объекты обслуживают не только предприятия, эксплуатирующие месторождения, но используются и другими предприятиями и организациями данного района. Поэтому из общих капитальных вложений на такие объекты необходимо выделить долю, которая будет приходиться на оцениваемый природный ресурс. Она определяется соответствующими плановыми, хозяйственными и директивными органами.

Сумма общих капитальных вложений позволит выявить преимущества освоения тех или иных месторождений. При определении общих капитальных вложений необходимо учитывать возможность кооперирования рудника, который будет построен на оцениваемом месторождении, с действующими в том же районе обрабатывающими и перерабатывающими предприятиями. При строительстве рудника вблизи обогатительной фабрики или металлургического завода, с которыми рудник можно кооперировать или комбинировать, специальных затрат на строительство этих объектов не требуется.

Для расчета капитальных вложений в проектных организациях подбираются объекты, аналогичные оцениваемому по природным условиям, способам и системам разработки, условиям вскрытия и эксплуатации месторождения, годовой производительности горнодобывающего предприятия, а также вещественному составу полезного ископаемого.

Предварительные данные, характеризующие общую сумму капитальных затрат на строительство горного предприятия, можно получить с помощью удельных капиталовложений.

Экономическая эффективность капитальных вложений

Интенсивное развитие производительных сил страны требует, как правило, быстрых темпов роста производства с наименьшими затратами. Для решения этой задачи капитальные вложения должны использоваться с максимальной эффективностью. В этой связи при оценке месторождений важно знать не только общую сумму капитальных вложений в освоении природного ресурса, но и их экономическую эффективность.

При определении экономической эффективности капитальных вложений учитываются следующие требования:

— удовлетворение потребности в отдельных видах сырья по количеству, ассортименту и качеству;

— высокий уровень техники производства, обеспечивающий рост производительности труда и минимальную себестоимость продукции;

— максимальное сокращение сроков строительства, что обеспечивает быстрее удовлетворение потребностей народного хозяйства, ускоряет темпы расширенного воспроизводства и уменьшает

период «замораживания» средств, в течение которого строящееся предприятие не дает продукции;

— минимальный размер капитальных затрат на единицу продукции (удельные капитальные затраты). Это обеспечивает лучшее использование средств на строительство и ускорение темпов расширенного воспроизводства;

— рациональный выбор района строительства с учетом его комплексного развития, максимального приближения к источникам сырья, воды и энергии;

— устранение нерациональных транспортных перевозок;

— целесообразное кооперирование строящихся предприятий;

— наиболее полное и рациональное использование естественных ресурсов;

— высокое качество продукции.

Сравнение экономической эффективности капитальных вложений по оцениваемым объектам на основе изложенных выше многочисленных требований представляют задачу большой сложности, поскольку эти требования часто находятся во взаимном противоречии. Поэтому экономическая эффективность капитальных вложений определяется рядом показателей. Такими показателями являются:

1) общая (абсолютная) экономическая эффективность капитальных вложений;

2) удельные капитальные затраты;

3) сроки окупаемости капиталовложений;

4) сроки строительства предприятия;

5) сравнительная экономическая эффективность капитальных вложений, выражаемая приведенными затратами.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность капитальных вложений (\mathcal{E}_k) определяется следующей формулой:

$$\mathcal{E}_k = -\frac{\Pi}{K + O_6}, \quad (6)$$

где Π — сумма годовой прибыли от реализации товарной продукции (стандартного концентрата или товарного металла), руб.; K — капиталовложения в строительство промышленного комплекса (горно-обогатительного или горно-металлургического), а также объектов непроизводственного назначения, руб.; O_6 — оборотные средства на начало эксплуатации месторождения, руб.

При сравнении вариантов строительства предприятий с разными объемами продукции сумма капитальных вложений по вариантам с меньшим объемом производства корректируется до сопоставимого (одинакового) объема производства.

Удельные капитальные затраты. Очень важным показателем эффективности капитальных вложений являются удельные капитальные затраты, которые могут определяться по руде, концентрату, полезному компоненту, а также по стоимости товарной продукции.

Таблица 5

Удельные капиталовложения в строительство рудников цветной металлургии [41]

Годовая производительность рудника, тыс. т	Удельные капиталовложения, руб/т в год	
	всего	в том числе горно-капитальные работы
До 200	27,5—25,0	13,0—12,0
200—500	25,5—20,0	12,0—10,0
500—1000	20,0—15,0	10,0—8,0
1000—2000	15,5—14,0	8,0—7,0
Свыше 2000	14,5—12,5	7,0—6,0

Удельные капитальные вложения на 1 т годовой производительности по руде определяются из выражения

$$K_{уд} = \frac{K}{A}$$

Рост общей суммы капитальных вложений K всегда отстает от роста годовой производительности A , поэтому с увеличением A удельные капитальные вложения, как правило, снижаются.

Большая практика по учету капитальных вложений в различные месторождения позволяет в настоящее время использовать при оценке природного ресурса статистические данные, характеризующие удельные капитальные затраты на строительство рудников. По данным М. И. Агошкова [4], величина удельных капитальных вложений для горнорудных предприятий с подземным способом разработки колеблется в пределах 15—60 руб/т, как исключение, до 75 руб/т, при открытой разработке — от 10 до 40 руб/т, редко более.

Изменение удельных капиталовложений на строительство рудников в зависимости от их годовой производительности представлено в табл. 5, 6.

Исходя из удельных капитальных вложений и годовой производительности рудника, можно ориентировочно определить общую сумму капитальных вложений

$$K = K_{уд} A.$$

Таблица 6

Удельные капиталовложения на строительство железорудных шахт.
По данным института «Гипроруда»

Годовая производительность рудника, млн. т	Удельные капиталовложения, руб/т в год	
	без затрат на горно-капитальные работы	затраты на горно-капитальные работы для шахт глубиной до 200 м*
1—2	12,3—10,97	11,9—10,92
2—5	10,97—8,02	10,92—8,81
5—8	8,02—7,06	8,81—7,28
8—12	7,06—6,63	7,28—5,88
12 и выше	6,63—6,42	5,88—4,90

* При большей глубине на каждые 100 м нормативы увеличиваются на 5%.

Однако в $K_{уд} = K/A$ не раскрываются качественные особенности минерального сырья. Поэтому, помимо показателя K/A , удельные капитальные вложения важно определить делением общей суммы капитальных затрат на годовой выпуск конечной товарной продукции (концентрата, металла) в натуральном выражении K/n , где n — годовой выпуск конечной товарной продукции, т.

При комплексном сырье величина n должна представлять количество продукции, полученной из условного основного полезного компонента; в данном случае в n учитывается производство как основного, так и попутных продуктов.

Удельные капитальные вложения целесообразно определять также и по стоимости годовой товарной продукции на единицу капитальных затрат или по размеру капитальных затрат на 1 руб. годовой товарной продукции

$$\frac{Ц_{тп}}{K} \text{ и } \frac{K}{Ц_{тп}},$$

где $Ц_{тп}$ — стоимость годовой товарной продукции, руб.; K — размер общих капитальных затрат, руб.

Определение размера капиталовложений на 1 руб. годовой товарной продукции необходимо для того, чтобы исключить такие случаи, когда при наличии больших запасов на бедном месторождении его освоение будет казаться экономически более эффективным, чем освоение более богатого месторождения, но имеющего меньшие запасы. Кроме того, показателями $Ц_{тп}/K$ и $K/Ц_{тп}$ учитываются эффективность капитальных вложений в освоение месторождений комплексного сырья, что нельзя достичь показателем K/A .

Срок окупаемости капитальных вложений. Целесообразность удельных и общих капитальных вложений зависит от срока возврата этих вложений, характеризующего темпы расширенного воспроизводства. Срок возврата (окупаемости) капитальных вложений рассчитывается в зависимости от числа сравниваемых месторождений и от уровня себестоимости единицы продукции и общих капитальных вложений по-разному. В случае когда оба эти показателя дают близкие результаты, для вычисления срока возврата капитальных вложений используется отношение

$$T = \frac{K}{\Pi},$$

где T — срок возврата капитальных вложений, лет; K — общие капитальные вложения, руб.; Π — сумма годовой прибыли, руб.

Величина, обратная сроку окупаемости, называется коэффициентом эффективности общих капитальных вложений.

$$E = \frac{1}{T} = \frac{\Pi}{K}.$$

Из этого уравнения следует, что коэффициент эффективности E характеризует прирост чистого дохода (прибыли) на 1 руб.

капитальных вложений, или на ту часть капитальных вложений, которая будет окуплена годовой прибылью от реализации продукции, полученной из минерального сырья.

Срок строительства предприятия. При оценке месторождения большое значение имеют сроки строительства предприятия. Чем быстрее осуществляется строительство, тем скорее может быть удовлетворена потребность народного хозяйства в необходимой ему продукции и тем скорее окупятся средства, вложенные в строительство.

При сравнительной оценке месторождений с разными сроками освоения необходимо учитывать источники и величину затрат для удовлетворения потребности в данном продукте в период разных сроков освоения отдельных месторождений. В тех случаях, когда получение продукции из других источников вообще невозможно, а продукция необходима для народного хозяйства, фактор времени приобретает первоочередное значение. Иногда он становится важнее материальных затрат, потому что упущенное время никакими денежными затратами компенсировать нельзя.

Вариант с наиболее короткими сроками строительства в ряде случаев может оказаться целесообразней варианта, отличающегося лучшими экономическими показателями. Затягивание сроков строительства предприятий приводит к замораживанию капитальных вложений, наносит огромный ущерб народному хозяйству.

Экономический эффект от ускоренного ввода в действие производственных мощностей устанавливается следующим расчетом:

$$\Theta = E_{\Phi} (T_{\text{п}} - T_{\text{ф}}),$$

где Φ — стоимость основных фондов, досрочно введенных в действие; $T_{\text{п}}$ — плановые сроки создания объекта; $T_{\text{ф}}$ — фактические сроки ввода в действие объекта, лет.

При различии вариантов по срокам строительства, неодинаковому распределению капитальных затрат по годам строительства следует учитывать ущерб, который понесет народное хозяйство в результате замораживания средств. Для этой цели капитальные вложения каждого варианта должны быть приведены к одному моменту времени — началу расчетного года. Расчетным годом может быть как начало эксплуатации объекта, так и начало его строительства. В первом случае затраты каждого года приводятся к началу эксплуатации путем умножения их на коэффициент приведения. Во втором случае, наоборот, путем деления их на коэффициент приведения.

Коэффициент приведения $K_{\text{пр}}$ позволяет учитывать средний экономический эффект, который может быть получен в данной отрасли при производительном использовании капитальных вложений; он определяется по формуле сложных процентов:

$$K_{\text{пр}} = (1 + E_{\text{нп}})^T,$$

где $E_{\text{нп}}$ — норматив приведения, который согласно Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений установлен по народному хозяйству в размере 0,08; T —

число лет между затратами (результатами) и расчетным годом.

Величина капитальных вложений, приведенная к началу эксплуатации объекта (к моменту завершения строительства):

$$K_{np} = K_1(1 + E_{np})^T + K_2(1 + E_{np})^{T-1} + \dots + K_n(1 + E_{np}) = \sum_{t=1}^T K_t(1 + E_{np})^{T-t}.$$

Приведение затрат к началу строительства производится по выражению

$$K_{np} = K_1 + \frac{K_2}{(1 + E_{np})^1} + \frac{K_3}{(1 + E_{np})^2} + \dots + \frac{K_n}{(1 + E_{np})^{T-1}}$$

где K_{np} — капитальные затраты по объекту за все годы строительства, приведенные к моменту начала или окончания строительства; K_1, K_2, \dots, K_n — капитальные вложения за 1-й, 2-й, ..., n -й годы строительства; E_{np} — нормативный коэффициент эффективности, который, исходя из действующего порядка начисления амортизации основных фондов, установлен в размере 0,08; T — полный срок строительства объекта в целом; K_t — капитальные вложения в t -м году строительства.

Ущерб, причиняемый замораживанием капитальных вложений, определяется разностью приведенных и общих капитальных вложений $K_{np} - K$. Чем меньше величина ущерба, причиненного замораживанием капитальных вложений, тем при прочих равных условиях лучше вариант распределения капитальных вложений.

Пример. Капитальные затраты на строительство рудника по одному из вариантов составили 30 млн. руб. при продолжительности строительства 5 лет, по другому варианту капиталовложения составили 35 млн. руб при сроке строительства 3 года. Распределение капитальных затрат по годам строительства приводится в табл. 7, где указаны также коэффициенты приведения капиталовложений к сроку окончания строительства (началу эксплуатации объекта) и приведенные капиталовложения.

Ущерб от замораживания капитальных вложений составляет по вариантам 7,17 и 1,63 млн. руб. При равенстве текущих затрат второй вариант распределения

Таблица 7

Учет фактора времени при оценке экономической эффективности капитальных вложений

Годы строительства	Срок замораживания капитальных вложений ($T - t$), лет	Капитальные вложения по вариантам, млн. руб/год		Коэффициент приведения	Приведенные капитальные вложения к началу эксплуатации по вариантам, млн. руб.	
		I	II		I	II
1	4	10	—	1,360	13,6	—
2	3	10	—	1,259	12,5	—
3	2	4	5	1,166	4,66	5,83
4	1	4	10	1,08	4,32	10,8
5	0	2	20	1,0	2,09	20
Сумма	—	30	35	—	37,17	36,63

капитальных вложений окажется лучшим. Если варианты имеют различные текущие затраты, то выбор лучшего проводится по формуле приведенных затрат или срока окупаемости, в которых используются приведенные капитальные вложения (37,17 и 36,63 млн. руб.).

При сравнительной оценке месторождений важнейшим синтезирующим показателем, характеризующим одновременно эффективность эксплуатационных затрат и капитальных вложений, являются приведенные затраты.

Они представляют собой сумму текущих затрат (себестоимости) и единовременных капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности с помощью норматива эффективности:

$$C_i + E_n K_i = \min$$

или

$$K_i + T_n C_i = \min,$$

где C_i — себестоимость разведки, добычи, обогащения и металлургической переработки, отнесенная к единице конечной товарной продукции, полученной из минерального сырья оцениваемого месторождения; E_n — отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_i — капитальные вложения в строительство промышленного комплекса на оцениваемом месторождении, отнесенные к той же единице конечной товарной продукции; T_n — отраслевой нормативный срок окупаемости капитальных вложений (величина, обратная E_n).

Экономически наиболее эффективной считается эксплуатация того месторождения, на котором наименьшие капитальные вложения обеспечат наименьшую себестоимость продукции. Если потребность в полезном ископаемом может быть удовлетворена за счет ряда конкурирующих между собой месторождений, то первоочередным объектом к эксплуатации выбирается тот, на котором при прочих равных условиях приведенные затраты будут минимальными. Показатели C_i и K_i могут применяться как в полной сумме капитальных вложений и себестоимости готовой продукции, так и в виде удельных величин капитальных вложений на единицу продукции и себестоимости единицы продукции.

При оценке месторождений приведенные затраты часто подсчитывают на 1 т руды, что не совсем правильно. Добытое полезное ископаемое представляет собой только лишь минеральное сырье, которое надо еще обработать и переработать. Эффективность использования полезного ископаемого характеризуется по продукции, поступающей в народнохозяйственное потребление, т. е. по концентратам и металлам. Поэтому и приведенные затраты должны рассчитываться на концентраты или металлы, иначе не будут учтены капиталовложения и эксплуатационные расходы обогатительных фабрик и металлургических заводов, без которых немисливо получение продукции из минерального сырья.

Нормативный коэффициент эффективности (E_n) означает нижнюю границу эффективности; он дает возможность определить, какой уровень капитальных вложений следует принимать для

получения наиболее выгодного соотношения между затратами и эффектом. Применение нормативного коэффициента позволяет установить, в какой мере оцениваемое месторождение соответствует общим задачам повышения эффективности в народном хозяйстве, а также сравнивать конкурирующие месторождения. Этот коэффициент (E_n) установлен в настоящий период по народному хозяйству в целом на уровне не ниже 0,12.

Придавая большое значение приведенным затратам, нельзя в то же время считать их критерием эффективности эксплуатации природного ресурса. Хотя в формуле приведенных затрат и заложена основа выбора наиболее оптимального сочетания живого и прошлого труда, она не позволяет при оценке природного ресурса раскрыть его народнохозяйственное значение. С помощью приведенных затрат можно дать только сравнительную характеристику оцениваемых объектов, соизмерить себестоимость и капитальные вложения одних месторождений с другими. Эффект же от использования полезного ископаемого можно определить путем сравнения затрат по конкретному природному ресурсу с затратами, признанными обществом необходимыми, т. е. через общую прибыль за весь период эксплуатации месторождения.

Иногда в формуле приведенных затрат $C + E_n K$ величину $E_n K$ предлагают принимать за прибавочный продукт (нормативную прибыль) и считать приведенные затраты ценообразующей основой. Это глубоко ошибочное представление о значении $E_n K$ и о методологии формирования цены искажает содержание экономической оценки месторождений.

Прибавочный продукт (а следовательно, и нормативная прибыль) создается только живым трудом. Определение нормы прибыли представляет одну из наиболее сложных задач теории и практики планового ценообразования. Решить эту задачу с помощью величины $E_n K$, которая отражает затраты не живого, а прошлого труда, невозможно. Функция $E_n K$ сводится лишь к тому, чтобы показать ту часть капитальных вложений, которая должна окупиться годовой прибылью от эксплуатации природного ресурса.

Глава 4

Экономическая эффективность эксплуатации месторождений

Показатели оценки месторождений полезных ископаемых

Важнейшим показателем оценки месторождения принято считать его запасы с учетом комплекса ценных компонентов, содержащихся в полезном ископаемом. Однако оценка месторождений только по количеству и качеству запасов недостаточна. Важно

Показатели, характеризующие промышленную ценность месторождения
(его участка)*

Оценочные показатели	Значения показателей**		
	на 1 т запасов	на 1 год эксплу- атации место- рождения	на все запасы место- рождения
Геологические (балансовые и забалансовые) запасы полезного ископаемого месторождения (его участка):			
Количество полезного ископаемого	—	—	млн. т
Среднее содержание основного полезного компонента	—	—	%
Запасы основного полезного компонента	—	—	тыс. т
Промышленные запасы полезного ископаемого месторождения (участка)			
Количество полезного ископаемого	т	тыс. т	млн. т
Среднее содержание полезных компонентов по их видам	%	%	%
Запасы полезных компонентов по их видам	кг, г	т	тыс. т
Извлекаемые запасы полезных компонентов в соответствующие товарные продукты	» »	»	»
Эффективность эксплуатации месторождения			
Годовая производственная мощность рудника по добыче полезного ископаемого	—	тыс. т	—
Товарная продукция в натуральном выражении			
В том числе:			
основная продукция (концентрат, металл и т. д.)	кг	т	тыс. т
попутная продукция	»	»	»
Товарная продукция в оптовых ценах, всего	руб.	тыс. руб.	млн. руб.
В том числе:			
основная продукция	»	»	»
попутная продукция	»	»	»
Себестоимость продукции, всего	»	»	»
В том числе:			
добычи руды	»	»	»
обогащения руды	»	»	»
металлургического предела	»	»	»
Прибыль от эксплуатации месторождения	—	»	»
Уровень рентабельности	—	%	—
Дифференциальный горный доход	руб.	тыс. руб.	млн. руб.
Срок эксплуатации месторождения	—	—	лет
Эффективность капитальных вложений			
Общие капиталовложения в строительство промышленного комплекса	—	—	млн. руб.
Общая (абсолютная) экономическая эффективность капиталовложений	—	руб/руб	—
Удельные капитальные вложения на 1 т годовой производительности горного предприятия по полезному ископаемому	—	руб/т	—

Оценочные показатели	Значения показателей**		
	на 1 т запасов	на 1 год эксплуатации месторождения	на все запасы месторождения
Удельные капитальные вложения на 1 руб. товарной продукции	—	руб/руб	—
Срок окупаемости капиталовложений	—	—	лет
Приведенные затраты (сравнительная экономическая эффективность капиталовложений)	руб.	—	—

* Оценочные показатели по результатам поисково-оценочных работ определяются ориентировочно по всему рудопроявлению; на стадии предварительной разведки — по всему месторождению без детализации рудных залежей по отдельным участкам (блокам, горизонтам и т. п.); на стадии детальной разведки — не только по месторождению, но выборочно и по отдельным его участкам (горizontам, блокам, рудным телам, различным сортам руд).

** В графах проставлены единицы измерения, в которых должны быть выражены цифровые значения данных показателей.

выбрать такие показатели, которые отражали бы влияние и всех остальных оценочных факторов в их взаимной связи.

Поэтому геолого-экономическая оценка месторождения может быть осуществлена только комплексным методом с использованием ряда синтезирующих оценочных критериев, рассмотренных в работах М. И. Агошкова, А. С. Астахова, П. И. Городецкого, С. Р. Кондина, В. В. Померанцева, С. А. Первушина, С. Я. Рачковского, Н. А. Хрушова и др.

Оценочные показатели, всесторонне характеризующие те или иные преимущества и недостатки месторождений, можно условно объединить в три группы.

К первой группе относится количество и качество геологических и промышленных запасов природного ресурса и полезных компонентов в нем.

Вторая группа включает показатели, характеризующие экономическую эффективность промышленного использования запасов данного месторождения и эффективность связанных с ним текущих эксплуатационных затрат — годовую производственную мощность горного предприятия, выпуск товарной продукции в натуральном и денежном выражении, себестоимость этой продукции, прибыль, дифференциальный горный доход, рентабельность.

Третья группа представлена показателями, характеризующими экономическую эффективность капиталовложений, необходимых для строительства комплекса промышленных предприятий, добывающих и перерабатывающих запасы минерального сырья данного месторождения, — размер общих капиталовложений, срок их окупаемости, удельные капитальные затраты и др.

Всю систему оценочных показателей целесообразно рассматривать с расчетом: а) на 1 т запасов, б) на 1 год эксплуатации месторождения (в среднем) и в) на все запасы месторождения (табл. 8).

Показатели, рассчитанные на 1 т запасов полезного ископаемого, хорошо раскрывают качественные особенности минерального

сырья. Оценочные показатели, исчисленные на 1 год эксплуатации, позволяют судить об экономической эффективности разработки месторождений в течение года, однако они несколько затушевывают качественную характеристику сырья из-за различий в масштабах производства. При рассмотрении показателей, исчисленных на все запасы месторождения, доминирующее влияние на оценку месторождения приобретает величина запасов. В таких случаях преимущественно оказываются на стороне крупных, хотя и бедных по содержанию полезных компонентов месторождений.

Ценность месторождений полезных ископаемых определяется прежде всего разведанными запасами полезного ископаемого в недрах конкретных месторождений, их качественной характеристикой, главным образом по содержанию основного и попутных полезных компонентов, запасами полезных компонентов как в недрах месторождений, так и извлекаемых в конечную товарную продукцию. Перечисленные показатели определяются в процессе разведки месторождения и находят отражение в подсчетах запасов по каждому разведанному месторождению.

Исходными для расчета оценочных показателей являются промышленные запасы, т. е. балансовые запасы в границах действующих и строящихся шахт, рудников, карьеров за вычетом эксплуатационных (проектных) потерь; качество этих запасов определяется с учетом возможного разубоживания полезного ископаемого при добыче. Величина промышленных запасов определяется из выражения

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{г}} \frac{K_{\text{н}}}{1 - r},$$

где $Z_{\text{п}}$ — промышленные (эксплуатационные) запасы полезного ископаемого, т; $Z_{\text{г}}$ — геологические (балансовые) запасы полезного ископаемого, т; $K_{\text{н}}$ — коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр, учитывающий его потери, в долях единицы; r — коэффициент разубоживания полезного ископаемого при добыче в долях единицы.

Среднее содержание полезных компонентов в полезном ископаемом определяется по тем их видам, которые при переработке полезного ископаемого извлекаются в товарную продукцию или полуфабрикаты, отпускаемые на сторону. Среднее содержание полезных компонентов определяется по месторождениям отдельно для геологических и промышленных запасов. Для геологических запасов оно соответствует содержанию в недрах и оценивается по каждому подсчетному блоку. Среднее содержание полезных компонентов в промышленных запасах меньше, чем в геологических запасах, на величину разубоживания полезного компонента при добыче полезного ископаемого:

$$c_{\text{п}} = c_{\text{г}} K_{\text{к}},$$

где $c_{\text{п}}$ — содержание полезного компонента в промышленных запасах, %; $c_{\text{г}}$ — содержание полезного компонента в геологических

запасах, %; K_k — коэффициент изменения качества полезного компонента; $K_k = (100 - r)/100$, где r — разубоживание полезного компонента при добыче, %.

По аналогии с запасами полезных ископаемых различают геологические и промышленные запасы полезных компонентов. Запасы полезных компонентов определяются по тем их видам, которые улавливаются в основную или попутную товарную продукцию при действующей или разработанной (проектируемой) технологической схеме переработки полезного ископаемого.

Геологические запасы полезного компонента определяются из выражения

$$Z_{пкг} = \frac{Z_r c_r}{100},$$

где $Z_{пкг}$ — геологические запасы полезного компонента (кг, т); Z_r — геологические запасы полезного ископаемого, т; c_r — среднее содержание полезного компонента в геологических запасах полезного ископаемого, %.

Промышленные запасы полезного компонента будут равны

$$Z_{пкп} = \frac{Z_n c_n}{100},$$

где $Z_{пкп}$ — промышленные запасы полезного компонента (кг, т); Z_n — промышленные запасы полезного ископаемого, т; c_n — среднее содержание полезного компонента в промышленных запасах, %.

Извлекаемые запасы полезных компонентов в товарную продукцию определяются по каждому их виду. Этот показатель рассчитывается только для промышленных запасов. При его определении учитываются все потери полезного компонента в процессе добычи и переработки полезного ископаемого.

Извлекаемые запасы каждого полезного компонента в соответствующую товарную продукцию определяются из выражения

$$Z_{пки} = \frac{Z_n c_n}{100} K_{об} K_m,$$

где $K_{об}$ и K_m — коэффициенты извлечения полезного компонента в товарную продукцию соответственно при обогащении и металлургическом переделе минерального сырья, %.

Товарная продукция

Для оценки месторождений большое значение имеет показатель товарной продукции, исчисленной в натуральном и денежном выражении. Он характеризует степень удовлетворения потребностей народного хозяйства в конкретном продукте за счет эксплуатации оцениваемого природного ресурса. На его основе рассчитываются прибыль, рентабельность и эффективность капитальных вложений. По конечной продукции из минерального сырья рекомендуется рассчитывать денежную оценку месторождений (R_p) [10].

Определяющее положение показателя конечной продукции при оценке месторождений требует строгого подхода к его определению. Очевидно, что добытая руда не может выполнять функции конечной продукции, поскольку технологические свойства полезного ископаемого на этом уровне остаются нераскрытыми и заключенные в нем полезные компоненты неизвлеченными.

Качественные особенности минерального сырья наиболее полно выявляются на последних стадиях его переработки, которыми для многих видов полезных ископаемых являются металлургическое и химическое производство. Здесь из природного ресурса получают не только основные, но и попутные полезные компоненты, которые нельзя извлечь в горно-обогатительном цикле. Поэтому наиболее предпочтительной для оценки, например, месторождений черных и цветных металлов является конечная продукция, полученная в металлургической и химической промышленности. К сожалению, в настоящее время учесть металлургический уровень производства за редким исключением невозможно. Заводы потребляют полезные ископаемые разных месторождений, число поставщиков достигает 10, а иногда и более. В металлургическом цикле сырье перемешивают, шихтуют с основными и вспомогательными материалами, и в этом подготовительном процессе оно теряет индивидуальность. Учет номенклатуры, качества и количества продукции, получаемой из определенного вида сырья на заводах, не налажен. Балансы металлов рассчитываются по усредненному сырью, «обезличивающему» месторождения. Поэтому оценку большей части месторождений (особенно цветных металлов) можно проводить только на уровне производства концентратов, поскольку обогатительные фабрики чаще всего перерабатывают сырье одного, реже двух-трех месторождений; в последнем случае сырье хотя и поступает с разных месторождений, но подбирается аналогичным по качеству и технологическим свойствам.

Годовой выпуск по каждому виду товарной продукции в натуральном выражении (по концентрату, металлу и др.) обычно рассчитывается по выражению

$$n = \frac{A_p K_n}{c_m},$$

где n — количество готовой продукции (концентрата, металла), т; A — количество перерабатываемой руды, т; c_p — содержание в руде полезного компонента, %; K_n — общий коэффициент извлечения полезного компонента в готовую продукцию в долях единицы; c_m — содержание металла в готовом продукте, %.

Стоимость товарного продукта в денежном выражении Π определяется как произведение его количества на оптовую цену, установленную на продукт,

$$\Pi_n = nO,$$

где Π_n — стоимость товарного продукта или полезного компонента в нем, руб.; n — количество продукта или полезного компонента

в нем, выраженное в натуральных единицах измерения (т, кг);
О — оптовая цена на продукт или полезный компонент
в нем, руб.

Полное и комплексное использование запасов месторождения делает необходимым определение стоимости всех видов товарной продукции. Общую стоимость всех видов товарной продукции определяют двумя путями: либо суммированием стоимостей отдельных видов товарной продукции, рассчитанных по их оптовым ценам, $\Sigma Ц_{п} = \Sigma лО$, либо произведением количества условной основной продукции на ее оптовую цену. Второй путь сложнее, так как требует знания коэффициентов для перевода различных товарных продуктов в условный основной. Однако он имеет существенные преимущества и в отдельных случаях является единственно приемлемым, в частности, при определении кондиций, сопоставлении эффекта и затрат на единицу продукции, а также при расчете показателя R_p денежной оценки месторождений, когда ценность товарной продукции исчисляются в замыкающих затратах.

При определении замыкающих затрат возникает необходимость расчета на единицу конечной продукции ряда показателей — капитальных и эксплуатационных затрат на разведку, строительство, поддержание мощности, добычу, переработку и др. При этом конечная продукция должна быть единой для всех оцениваемых месторождений данного вида полезного ископаемого. В качестве единой продукции может выступать так называемый условный основной продукт, получаемый из основного полезного компонента. Для учета попутно производимой продукции ее необходимо перевести в условную основную продукцию.

Важнейшим требованием, предъявляемым к основному продукту, является его преобладание по количеству (стоимости) в выпуске продукции отрасли как в настоящее время, так и в перспективе; кроме того, он должен быть продукцией большинства предприятий отрасли.

В некоторых отраслях промышленности продукция, получаемая из комплексного минерального сырья, различается не только по полезным компонентам. Одноименная продукция, т. е. продукция с одним полезным компонентом, может быть представлена несколькими видами, каждый из которых, в свою очередь, имеет несколько марок (сортов). В таких случаях для приведения всех продуктов к одному условному основному продукту устанавливают переводные коэффициенты как между отдельными марками, сортами одноименной продукции, так и между разноименными продуктами [20].

При переводе продуктов различных марок и сортов в условную основную продукцию того же вида используют соотношения цен на эти продукты:

$$K_i = C_i / C_{yo},$$

где C_i — цена i -го продукта (марки, сорта) стандартного качества, руб.; C_{yo} — цена продукта, принятого условно основным, руб.

Перевод же разновидных продуктов в условно основной производится с учетом не только оптовых цен, но и уровня извлечения полезных компонентов в соответствующую товарную продукцию [20]:

$$K_j = (\Pi_j I_j) / (\Pi_{yo} I_{yo}),$$

где K_j — переводной коэффициент j -го попутного продукта в основной; Π_j , Π_{yo} — оптовые цены соответственно j -го попутного и условно основного продукта, руб.; I_j , I_{yo} — извлечение соответственно j -го попутного и условного основного полезных компонентов в соответствующую продукцию в долях единицы.

На практике фактическое качество получаемых продуктов часто отличается от стандартного. Различия проявляются в содержании основного полезного компонента и вредных примесей. В этом случае в коэффициент перевода должна быть внесена поправка на качество, определяемая с учетом шкал доплат и скидок из действующих прейскурантов оптовых цен. Коэффициент, учитывающий отклонение фактического качества концентрата от стандартного, определяется выражением

$$a_k = \Pi' / \Pi,$$

где Π' — оптовая цена продукта с учетом фактического качества, руб.; Π — оптовая цена того же продукта стандартного качества, руб.

Нередки случаи, когда каждый вид продукции, получаемой из руд отдельных месторождений, представлен несколькими марками (сортами), а технико-экономические показатели деятельности предприятия (себестоимость товарной продукции, удельные капитальные затраты и др.) отнесены на единицу концентрата с усредненным (в целом по выпуску) содержанием полезного компонента. Тогда для пересчета технико-экономических показателей на единицу условного основного продукта удобно использовать средневзвешенный коэффициент K_i , с помощью которого всю продукцию, получаемую из руд оцениваемого месторождения, можно перевести в условный основной продукт. Такие коэффициенты целесообразно рассчитывать для отдельных плановых периодов эксплуатации месторождений, в которых не намечается существенных изменений в номенклатуре, качественной характеристике и объемах выпуска отдельных продуктов.

Для однокомпонентной руды средневзвешенный коэффициент перевода всей продукции l -го месторождения определится из выражения

$$K_l = \frac{\sum_{i=1}^n A_i K_i}{\sum_{i=1}^n A_i},$$

а с учетом поправки на фактическое качество продукции

$$K'_l = \frac{\sum_{i=1}^n A_i K_i a_{i,l}}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

где K_l — средневзвешенный коэффициент перевода всей продукции стандартного качества, получаемой из руд l -го месторождения, в условный основной продукт; K'_l — то же, с учетом фактического качества продуктов; n — число продуктов, получаемых из руд l -го месторождения; A_i — годовой объем выпуска i -го продукта (марки) из руд l -го месторождения, т; $a_{i,l}$ — коэффициент, учитывающий отклонение фактического качества i -го продукта от стандартного.

Для многокомпонентной руды средневзвешенный коэффициент перевода всей продукции в условный основной продукт определяется из выражения

$$K_m = K'_l / b_m, \text{ при этом } b_m = C_o C_{yo}$$

где b_m — соотношение содержаний в руде основного и условно основного полезных компонентов.

Изложенная методика проиллюстрирована на примере месторождений плавикового шпата [20]. Плавиковошпатовая товарная продукция представлена несколькими видами: кусковым плавиковым шпатом и гравитационным концентратом (металлургический плавиковый шпат), флотационным концентратом мелким, а также металлургическими окатышами. Кроме того, из руд некоторых месторождений попутно получают свинцовые, цинковые и другие концентраты.

Основным полезным компонентом в минеральном сырье, составляющем наибольшую извлекаемую ценность, является плавиковый шпат. Для расчетов в качестве условно основного продукта принят химический концентрат марки ФФ-92 (содержание фтористого кальция 92%, кремнезема 2,8%, оптовая цена 98 руб. за тонну концентрата). Перевод различных видов товарных продуктов отрасли в условный основной производится на примере двух месторождений плавикового шпата. Условные данные для расчета приведены в табл. 9 и 10.

Таблица 9
Условные данные для расчета коэффициента K_{lm}

Исходные данные	Месторождение 1 Барит-свинцово-флюоритовое	Месторождение 2 Кварц-флюоритовое
Содержание полезных компонентов в руде, %:		
фтористого кальция	19,4	57,8
свинца	0,97	—
Извлечение при обогащении, доли единицы		
фтористого кальция	0,716	0,900
свинца	0,731	—

Показатели качества отдельных видов и марок продукции

Индекс продукта	Виды и марки продукции	Выпуск продуктов, т	Содержание полезного компонента, %	Предельное содержание примесей, %				Оптовая цена 1 т концентрата*, руб.
				двуокиси кремния	углекислого кальция	серы	фосфора	
Месторождение 1								
1	Плавленковошпатовый концентрат ФФ-92	—	92,67**	3,0	3,0	0,2	0,1	97,68
			92,0	8,0	3,0	0,2	0,1	95,0
2	Свинцовый концентрат	—	50,0	—	—	—	—	520,0*
			50,0					520,0

Месторождение 2

Плавленковошпатовый концентрат по маркам:								
1	ФФ-95А	9460	96,0	1,5	—	0,15	0,1	135,00
			95,0	1,5		0,15	0,1	125,00
2	ФФС-92	6600	96,0	3,0	3,0	0,15	0,06	137,00
			92,0	3,0	3,0	0,15	0,06	121,00
3	ФКС-95Б	1620	96,0	2,5	2,0	0,07	0,02	214,00
			95,0	2,5	2,0	0,07	0,02	196,00
4	ФКС-92	2240	93,0	5,0	2,0	0,10	0,04	163,00
			92,0	5,0	2,0	0,10	0,04	153,00
5	ФГС-85	2820	86,0	—	5,0	0,20	0,15	112,00
			85,0	—	5,0	0,20	0,15	107,00
6	ФГ-75	6700	76,0	20,0	—	—	—	72,50
			75,0	20,0				70,50

* Оптовая цена указана за 1 т свинца в концентрате.

** В числителе — фактическое качество продуктов; в знаменателе — стандартное качество продуктов.

В табл. 11 приведены коэффициенты K_i и a_{ki} для отдельных продуктов, рассчитанных, исходя из оптовых цен на эти продукты и оптовой цены концентрата, принятого за условно основной (98 руб. за 1 т).

Таблица 11

Значение коэффициентов K_i и a_{ki} для отдельных продуктов

Месторождение и марка концентрата	Коэффициенты	
	K_i	a_{ki}
Месторождение 1 ФФ-92	0,969	1,028
Месторождение 2		
ФФ-95А	1,276	1,080
ФФС-92	1,235	1,132
ФКС-95Б	2,000	1,092
ФКС-92	1,561	1,065
ФГС-85	1,092	1,047
ФГ-75	0,719	1,036

Пример расчета коэффициента K_{lm} для месторождения 1. В конечную продукцию извлекаются два полезных компонента — фтористый кальций и свинец. Поэтому для расчета K_{lm} необходимо сначала привести попутно получаемую продукцию (свинец) к основной (плавиковому шпату) с помощью коэффициента K_j .

В расчетах K_j используем оптовую цену за 1 т фтористого кальция в концентрате, которую определяем, исходя из оптовой цены на концентрат (97,68 руб.) и содержания в нем фтористого кальция (92,7%),

$$K_j = \frac{520,0 \times 0,731}{(97,68 : 0,927) \times 0,716} = 5,04.$$

Тогда показатель b_m , показывающий соотношение содержаний основного и условно основного полезного компонентов, составит

$$b_m = \frac{19,4}{19,4 + 0,97 \times 5,04} = 0,799.$$

С учетом коэффициентов $K_i a_{ki}$ и b_m средневзвешенный коэффициент перевода всей продукции месторождения 1 в условный основной продукт составит

$$K'_{lm} = \frac{0,969 \times 1,028}{0,799} = 1,247.$$

Расчет коэффициента K'_{lm} для месторождения 2. Так как в конечную продукцию извлекается только один полезный компонент — плавиковый шпат, расчет коэффициента K'_j производится по выражению

$$K'_j = \frac{9460 \times 1,276 \times 1,080 + 6600 \times 1,235 \times 1,132 + 1620 \times 2,000 \times 1,092}{9460 + 6600 + 1620} + \frac{2240 \times 1,561 \times 1,065 + 2820 \times 1,092 \times 1,047 + 6700 \times 0,719 \times 1,036}{2240 + 2820 + 6700} = 1,282.$$

При оценке месторождения нельзя ограничиваться только суммарными подсчетами стоимости извлекаемых металлов, так как они нередко приводят к неправильным выводам относительно выбора извлекаемых из руд компонентов и их экономического значения, а отсюда к ошибкам в сравнительной оценке месторождений и установлении очередности их освоения. Состав извлекаемого из руд комплекса металлов и их суммарная стоимость должны определяться не только денежными расчетами условной рентабельности, но и состоянием материальных балансов по отдельным металлам и материалам, народнохозяйственным значениям важнейших потребителей, перспективным ростом потребности в металлах и возможностями покрытия ее. При пользовании денежными расчетами, скорректированными балансовыми данными, нельзя ограничиваться только общими цифрами суммарной стоимости извлекаемых компонентов, а всегда надо учитывать конкретные особенности ценностной структуры извлекаемого комплекса.

Исключительно важное значение такого анализа ценностей структуры в сопоставлении ее с характеристикой состояния материального баланса каждого извлекаемого компонента из руды видно из табл. 12 (цифры условные).

Если при оценке приведенных цифр учесть, что дефицитными условно являются только глинозем, рассеянные редкие компоненты

Структура стоимости извлекаемых полезных компонентов

Месторожде- ние	Общая стоимость извлекаемых полезных компонентов, %	Удельный вес отдельных компонентов и общей стоимости, %					
		глинозем	рас- сеянные редкие элементы	химические продукты			цемент
				№ 1	№ 2	№ 3	
А	100	75	15	—	—	10	—
Б	100	20	10	20	15	5	30
В	100	50	5	30	—	15	—

и химический продукт № 2, а прочие компоненты относятся к избыточным, то следует в первую очередь осваивать месторождения А.

Себестоимость продукции

Себестоимость продукции, получаемой из минерального сырья, представляет собой денежное выражение затрат живого и овеществленного труда на поиски, разведку, добычу, первичную обработку (обогащение) и переработку минерального сырья.

Себестоимость является тем синтезирующим показателем, в котором находят отражение абсолютно все природные особенности полезного ископаемого, а также все производственно-технические, организационные и финансовые условия эксплуатации природного ресурса. Ошибка, допущенная в ее определении, может привести к неправильному заключению о ценности месторождения.

Для оценки месторождений нельзя ограничиться себестоимостью 1 т руды или даже единицы содержания металла в руде. При более низкой себестоимости добычи руды себестоимость конечной продукции может оказаться более высокой. Она зависит не только от способа и системы разработки, но и от схемы технологического процесса, а следовательно, и расходов по дальнейшей обработке и переработке руды, степени извлечения ценных компонентов руды и т. д. Поэтому для оценки месторождений необходимо определять себестоимость той продукции, которая получается на последней стадии переработки сырья.

Себестоимость готового продукта из минерального сырья включает в себя затраты на геологоразведочные работы, себестоимость добычи полезного ископаемого, себестоимость обогащения, металлургического передела, а также транспортирование руды, концентрата и металла до потребителя. Основным элементом, определяющим сумму эксплуатационных расходов и себестоимость единицы металла, является себестоимость добычи 1 т руды. На ее долю приходится от 40 до 70 % всех расходов, на обогащение — от 20 до 40 % и на металлургический передел от 10 до 25 %. По редким металлам (танталу, ниобию и др.) удельный вес затрат на химико-металлургический передел увеличивается до 50 %.

Затраты на геологоразведочные работы принимаются по данным геологических отчетов и характеризуют отчисления в госбюджет за проведенные геологоразведочные работы по средним утвержденным ставкам на единицу погашаемых запасов. Себестоимость добычи, обогащения и металлургического передела минерального сырья может быть определена методом аналогии или расчетным путем. По методу аналогии подбирается одно или несколько месторождений-аналогов, наиболее близких к рассматриваемому месторождению по промышленному типу, минеральному и химическому составу и т. п. Поскольку на себестоимость добычи руды определяющее влияние оказывают система разработки и годовая производительность рудника, то очень важно близкое сходство рассматриваемого месторождения с аналогом по годовой производственной мощности горного предприятия при одинаковых способах и системах разработки.

Эксплуатационные расходы на обогащение и переработку 1 т руды определяются главным образом схемой обогатительного и металлургического процесса, а также производственной мощностью обогатительных фабрик и металлургических заводов. Поэтому аналогами выбираются предприятия, близкие по производственной мощности, а также по технологии обработки и переработки полезного ископаемого. Подбор аналогов производится из числа месторождений, находящихся в эксплуатации либо предназначенных к эксплуатации, для которых промышленные объекты проектируются или уже строятся. Наиболее полный учет геологических, горнотехнических, технологических и экономико-географических условий оцениваемого месторождения возможен при определении себестоимости расчетным путем, который следует считать основным. В этом случае составляются калькуляции себестоимости добычи руды, ее обогащения, металлургической переработки и транспортирования продукции к потребителю по статьям расходов в количественном и денежном выражении.

Калькуляционный расчет себестоимости добычи, обработки и переработки руды позволяет рассчитать себестоимость конечной продукции аналитическим методом.

Себестоимость 1 т концентрата может быть определена по выражению

$$C_k = \frac{100 (C_p + C_{тр} + C_{об})}{\gamma},$$

где C_k — себестоимость 1 т концентрата, руб.; C_p — себестоимость 1 т руды, руб.; $C_{тр}$ — себестоимость транспортирования 1 т руды на обогатительную фабрику, руб.; $C_{об}$ — себестоимость обогатительного передела 1 т руды, руб.; γ — выход концентрата на 1 т руды, т.

Себестоимость конечной продукции — металла можно рассчитать по формуле

$$C = \frac{R_{\phi} (C_p + C_{об})}{i_o (1 - q)} + \frac{R_m (C_T + C_m)}{R_{\phi} i_m},$$

где C — себестоимость 1 т конечной продукции, руб.; R_{ϕ} — содержание полезного компонента в фабричном концентрате, %; C_p — себестоимость добычи 1 т руды и транспортирования ее до обогатительной фабрики, руб.; $C_{об}$ — себестоимость обогащения 1 т руды, руб.; f — содержание полезного компонента в исходном сырье по данным забойного опробования, %; i_o, i_m — коэффициенты извлечения полезного компонента соответственно на обогатительной фабрике и металлургическом заводе в долях единицы; q — коэффициент разубоживания руды при добыче в долях единицы; R_m — содержание полезного компонента в готовом продукте, %; C_t — себестоимость транспортирования 1 т концентрата от обогатительной фабрики до завода, руб.; C_m — себестоимость металлургической переработки 1 т концентрата, руб.

Весьма сложным и до сих пор нерешенным остается вопрос определения себестоимости продуктов, производимых из комплексного сырья. В этом случае основным методом калькулирования себестоимости пока остается метод отключения затрат. Он сравнительно прост, но и наиболее несовершенен. При этом методе один из получаемых продуктов принимается за основной, а остальные считаются побочными. Затраты на производство рассчитываются общими, затем из них исключается стоимость (по оптовым ценам) всей попутной продукции. Оставшаяся после этого от общих издержек сумма относится на основной продукт и принимается за его себестоимость. Данный метод не позволяет найти истинных затрат по каждому продукту, получаемому из комплексного сырья; кроме того, производство попутной продукции принимается заведомо бесприбыльным, что искажает представление о значении комплексного использования сырья, а себестоимость основного продукта поставлена в зависимость от стоимости попутно извлекаемых продуктов и занижается этим настолько, что иногда становится отрицательной величиной (при большой стоимости попутных продуктов).

Наиболее удовлетворительные результаты по распределению общих расходов между готовыми продуктами при комплексном использовании сырья могут быть получены при комбинированном методе расчета затрат. Сущность его заключается в том, что общий процесс переработки комплексного сырья делится на индивидуальные и комплексные переделы. В индивидуальных переделах получают один продукт и затраты этого передела относят только на данный продукт. В комплексных переделах сырье перерабатывается с целью получения нескольких продуктов и затраты должны распределяться соответственно между всеми получаемыми здесь готовыми продуктами.

Комбинированный метод завоевывает все большее признание, но пока еще не стал главным. Преодоление трудностей по его введению связано с необходимостью четкого разделения переделов на индивидуальные и комплексные и правильностью распределения затрат комплексных переделов между получаемыми в них конечными продуктами (готовыми продуктами и полуфабрикатами).

Таблица 13

Расчет себестоимости отдельных металлов с учетом коэффициентов извлечения металлов в готовую продукцию и оптовых цен на нее

Металл	Количество металла в 1 т руды (а), кг	Коэффициент извлечения металла в готовый продукт (К)	Извлечено металла в готовую продукцию (пК), кг	Оптовая цена на готовую продукцию (О), руб. и коп.	Сумма товарной продукции (пКО), руб. и коп.	Удельный вес стоимости каждого продукта в общей сумме товарной продукции (д), %	Эксплуатационные расходы на отдельные металлы $(a = \frac{bd}{100})$, руб. и коп.	Себестоимость 1 кг металла $(c = \frac{a}{пК})$, руб. и коп.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Медь	6,4	0,50	3,2	6—00	19—20	4,6	15—10	4—72
Свинец	30	0,85	25,5	7—15	183—00	44,0	144—00	2—65
Цинк	80	0,85	68	3—15	214—20	51,4	167—90	2—47
Итого	—	—	—	—	416—40	100,0	327—00*	—

* Сумма эксплуатационных расходов *b* по добыче, обогащению и металлургическому переделу 1 т руды равна 327 руб. (условная величина).

Наиболее реальным в настоящих условиях представляется распределение общих затрат пропорционально стоимости товарной продукции по оптовым ценам с учетом планового коэффициента извлечения каждого полезного компонента в готовую продукцию.

Методика расчета себестоимости каждого металла при комплексном использовании сырья по этому методу приведена в табл. 13.

1. Определяется количество каждого металла, получаемого при комплексном использовании сырья (графа 4), исходя из количества металла в 1 т руды по данным забойного опробования (графа 2) и коэффициента извлечения металла в готовую продукцию (графа 3).

2. Определяется товарная продукция в стоимостном выражении (графа 6) путем умножения массы каждого металла на его оптовую цену (графа 5).

3. Находится удельный вес товарной продукции по каждому металлу в общей сумме товарной продукции, полученной при комплексном использовании сырья (графа 7).

4. Распределяется сумма всех эксплуатационных затрат (графа 8) в соответствии с удельным весом товарной продукции по каждому металлу.

5. Определяется себестоимость каждого металла путем деления эксплуатационных расходов, приходящихся на соответствующий металл, на массу этого металла (графа 9).

При распределении затрат пропорционально стоимости товарной продукции, рассчитанной по оптовым ценам с учетом планового коэффициента извлечения металлов, стимулируется максимальное извлечение всех компонентов в соответствующие продукты.

Достоинство изложенного метода в том, что каждый полезный компонент комплексного сырья участвует равноправно в распределении затрат, формировании себестоимости и прибыли. До тех пор, пока не будет установлена возможность выявления индивидуальных затрат на производство каждого товарного продукта из комплексного сырья, этот метод следует считать наиболее предпочтительным.

Для оценки месторождений недостаточно определять себестоимость конечного продукта только на период достижения проектной мощности горного предприятия. В отдельные периоды эксплуатации природного ресурса себестоимость руды и содержание полезного компонента в ней могут очень сильно колебаться. С переходом работ на глубокие горизонты может измениться не только содержание металла в руде, но даже промышленный тип руды (вместо окисленных будут добываться сульфидные руды и т. д.). Поэтому себестоимость конечного продукта должна учитываться за достаточно продолжительный период эксплуатации объекта.

При оценке природного ресурса очень часто возникает необходимость в соизмерении себестоимости и капитальных вложений. Это особенно важно в тех случаях, когда освоение одного месторождения, дающего продукцию по более низкой себестоимости, требует больших капитальных затрат на единицу продукции, чем освоение другого. Соизмерение себестоимости и капитальных вложений производится и при определении годовой производительности предприятия. Могут быть случаи, когда по эксплуатационным расходам и капитальным затратам более выгодным оказывается вариант меньшей производительности, но эта производительность не обеспечивает потребности народного хозяйства. Тогда необходимо определить источник и затраты средств, за счет которых можно покрыть необеспеченную часть потребности. Капитальные вложения и эксплуатационные расходы по месторождению, подлежащему дополнительному освоению, суммируются с затратами и расходами по варианту меньшей производительности. Сопоставление значений полученных показателей со значениями соответствующих показателей варианта большей производительности позволит принять правильное решение.

Соизмерение себестоимости и капитальных вложений по сравниваемым вариантам оценки природного ресурса осуществляется в настоящее время с помощью показателя приведенных затрат $C + E_{\text{нК}}$.

Себестоимость имеет большое значение при оценке месторождений. Она служит основой определения:

- 1) цен на готовую продукцию $C + m$;
- 2) замыкающих (предельных) затрат $C_a + m_a$;
- 3) прибыли $\Pi = (C + m) - C_t$;
- 4) рентабельности

$$\frac{\Pi}{\Phi_{\text{н}}} = \frac{(C + m) - C_t}{\Phi_{\text{н}}};$$

5) дифференциального горного дохода $R_d = (C_3 + m_3) - (C_i + m_i)$;

6) эффективности капитальных вложений

$$\frac{\Pi}{K} = \frac{(C + m) - C_i}{K};$$

7) экономического эффекта от использования природного ресурса $(C_3 + m_3) - (C_i + K_i)$;

8) минимального промышленного содержания полезного компонента в руде

$$c_{\min} = \frac{C_i}{c_p K K_{и} \Pi_m} B_m$$

и др.

Таким образом, себестоимость характеризуется как один из важнейших элементов оценки месторождения, с помощью которого определяются основные показатели, создающие представление о народнохозяйственном значении природного ресурса. Учитывая абсолютно все факторы, которые определяют промышленное значение природного ресурса, себестоимость иногда рекомендуется в качестве критерия оценки месторождения, а также для расчета ценности товарной продукции при определении минимального промышленного содержания.

Действительно, в своем денежном выражении себестоимость показывает уровень затрат живого и овеществленного труда на производство продукции из минерального сырья. Это очень важно, однако по величине себестоимости еще нельзя сделать вывода о целесообразности эксплуатации месторождения. При сравнении месторождений по себестоимости устанавливается превосходство одного из них над другим по уровню эксплуатационных затрат, общественной же оценки эти затраты не получают.

Для суждения о народнохозяйственном значении природного ресурса требуется соизмерение себестоимости конечной продукции с теми затратами, которые признаны обществом необходимыми для ее получения из соответствующего вида минерального сырья, т. е. с ценой этой продукции. Денежным выражением такого соизмерения является прибыль. Нельзя использовать себестоимость и для определения стоимости конечной продукции при расчете минимального промышленного содержания. Известно, что это лимитное содержание находится при условии безубыточной и нерентабельной отработки граничных запасов, т. е. из равенства стоимости конечной продукции ее себестоимости. При этом конечная продукция должна оцениваться только в ценах, которые учитывают как себестоимость, так и необходимый прибавочный продукт. Оценка же конечной продукции по одной себестоимости всегда будет завышать минимальное промышленное содержание, что приведет к сокращению балансовых запасов.

Расчет стоимости конечной продукции по предельной (замыкающей) себестоимости в этом случае также невозможен. Если

при определении минимального промышленного содержания ценность конечной продукции будет рассчитываться на основе затрат замыкающего месторождения, то эти затраты должны включать наряду с себестоимостью нормативный продукт, создаваемый на замыкающем месторождении. При таком положении предельные затраты становятся общественно необходимыми и выполняют роль цены.

Цены на минеральное сырье и продукты его переработки

Конечные результаты использования минерального сырья, исчисленные в денежном выражении, зависят не только от тех затрат, которые связаны с его разведкой, добычей и переработкой, но и от действующих оптовых цен. Чем выше цена товарного продукта, тем при той же себестоимости его производства больше будет величина прибыли и рентабельности.

Применяемые в настоящее время оптовые цены введены в действие 1 января 1982 г. Для горно-металлургического производства они установлены на некоторые руды, а также концентраты, полуфабрикаты и металлы. Цены дифференцированы по качеству продукта с учетом содержания в нем основного полезного компонента; в них предусматривается приплата или скидка за снижение или повышение содержания в продукте вредных примесей.

Построение цен на некоторые продукты цветной металлургии приведено в табл. 14, 15, 16 из прейскуранта цен № 02-02.

Действующие цены на минеральное сырье и продукты его переработки установлены, исходя из среднеотраслевого уровня затрат, к которому добавляется величина нормативной прибыли, необходимой для обеспечения нормальных хозрасчетных условий произ-

Таблица 14
Цены на сульфидно-медные и медно-цинковые руды

Код ОКП	Наименование продукции	Марка, сорт	Стандарт или ТУ	Единица измерения	Оптовая цена, руб. и коп.
173 311 1000	Руды сульфидно-медные и медно-цинковые Медь в рудах	Сорт I	ТУ 48-7-4-75	т	700—00
173 311 2000	То же	Сорт II	То же	»	650—00
173 311 3000	То же	Сорт III	»	»	620—00
173 311 4000	То же	Сорт IV	»	»	500—00
	Цинк в рудах	—			250—00
	Сера в рудах	При содержании не менее 34%	»	»	5—60

Примечания: 1. Медь в медной руде при содержании 12% и выше оплачивается по цене меди в медном концентрате. 2. Золото и серебро в медной и медно-цинковой руде оплачиваются по ценам, установленным в особом порядке. 3. Цинк в медной руде, поставляемой металлургическим заводам, не оплачивается. 4. Цинк в медной руде при содержании его менее 1% не оплачивается.

Цена флюоритового концентрата

Код ОКП	Наименование продукции	Марка, сорт	Стандарт или ТУ	Единица измерения	Оптовая цена, руб. и коп.
17 6993 1000	Концентрат флюоритовый флотационный сварочный (ФФС)	ФФС-97А	ГОСТ 4421—73	т	260—00
17 6993 2000	То же	ФФС-97Б	То же	»	250—00
17 6993 3000	»	ФФС-95	»	»	242—00
17 6993 4000	»	ФФС-92	»	»	220—00

Примечания: 1. При повышении содержания фтористого кальция на каждый 1% устанавливается приплата к оптовым ценам за 1 т в размере 2 руб. во всех указанных марках.
2. При снижении содержания кремнезема ниже норм, предусмотренных ГОСТ 4421—73, устанавливается приплата к оптовой цене за 0,5% в размере 1 руб. во всех указанных марках.
3. При снижении содержания фосфора ниже норм, предусмотренных ГОСТ 4421—73, устанавливается приплата к оптовым ценам за каждые 0,01% в размере 5 руб.

водства. Однако природные ресурсы отличаются большим различием в затратах по их использованию. Например, затраты на 1 т угля в разных бассейнах изменяются от 1 до 30 руб. При ценах, основанных на среднотраслевых затратах, это приводит к тому, что разработка месторождений с лучшими природными условиями рентабельна, а с условиями ниже среднотраслевых — убыточна. На вопрос, являются ли планово-убыточные предприятия «неэффективными» для народного хозяйства, А. С. Астахов справедливо отвечает отрицательно, поскольку без них невозможно было бы удовлетворить народнохозяйственную потребность [6].

Применение в процессе геолого-экономической оценки месторождений цен, не соответствующих общественно необходимым затратам труда на добычу и переработку минерального сырья, приводит к тому, что прибыль (производная от цены) не может стать главным показателем оценки природного ресурса. Между

Таблица 16

Цена полуфабрикатов на основе никеля и кобальта

Код ОКП	Наименование продукции	Марка, сорт	Стандарт или ТУ	Единица измерения	Оптовая цена, руб. и коп.
173 251 1000	Штейн никелевый	—	ТУ 48—0410—1—78 ГОСТ 18 671—73 с изменением № 1, 2	т	3000—00
	Никель в штейне	—		»	7000—00
	Кобальт в штейне	—			
173 151 1000	Кобальт в окиси кобальта	КО-1		»	20450—00
173 151 2000	То же	КО-2		»	20150—00
173 151 3000	»	КО-3		»	20000—00

тем именно прибыль должна выполнять эту роль, поскольку на нее возлагается функция соизмерения индивидуальных и общественно необходимых затрат труда.

Рассматривая оценку запасов по прейскурантам (оптовым) ценам и по предельным (замыкающим) затратам, А. С. Астахов [6] убедительно доказал неправомерность оценки запасов при помощи цен, построенных, исходя из среднеотраслевой себестоимости их добычи и переработки. На ярком примере он приходит к очень важному и, на наш взгляд, совершенно верному выводу о том, что концепция, базирующаяся на ценах, рассчитанных, исходя из среднеотраслевых затрат, в действительности практически нереализуема. По этой концепции оставались бы каждый раз за бортом запасы с уровнем затрат выше среднего. Но ведь любая средняя величина определяется по совокупности, включающей и лучшие, и худшие эксплуатируемые участки. Выдвигая в качестве допустимого предела среднюю величину, мы тем самым отсекаем целую половину составляющей ее совокупности. Эта половина становится нерентабельной и по результатам оценки, а следовательно, подлежит исключению. Исключив же эту худшую половину, мы снова получим совокупность (хотя и меньшую), у которой будут свои средние и свои худшие участки, которые теперь тоже перестанут вписываться в новые средние. Процесс отсекания худших половин здесь пришлось бы продолжать до бесконечности, если бы этому не препятствовала величина общей народнохозяйственной потребности в любом рассматриваемом минеральном сырье. При строгой постановке потребность должна быть обеспечена в любом случае. Критикуемая ценностная концепция, взятая в своем чистом виде, в действительности не позволяет ее обеспечить и оказывается попросту практически нереализуемой [6].

Предельные (замыкающие) затраты и методика их определения

Оценка природных ресурсов проводится в настоящее время на базе действующих оптовых цен на товарную продукцию, получаемую из минерального сырья. Эти цены рассчитываются по уровню среднеотраслевых издержек производства, что приводит ко многим ошибкам и в первую очередь к безвозвратным потерям в недрах существенной части полезных ископаемых. Будучи ориентированными на средние условия производства, предприятия, разрабатывающие богатые месторождения, не заинтересованы в тех их участках, которые извлекаются с более высокими затратами, хотя на относительно худших месторождениях подобные запасы обрабатываются. Предприятия, эксплуатирующие природные ресурсы ниже среднего качества, постоянно терпят убытки и находятся на дотации у государства. Величина дифференциального горного дохода учитывается на лучших и средних месторождениях далеко не полно, а на природных ресурсах ниже среднего качества — с отрицательным значением, что явно неверно. Это иска-

жает представление о сравнительной природной ценности месторождений и сокращает поступление рентных платежей в государственный бюджет. При таком положении геолого-экономическая оценка месторождений не может объективно характеризовать естественные особенности оцениваемых ресурсов и, следовательно, не выполняет всех своих функций. Эти недостатки устраняются при оценке природных ресурсов не на основе среднеотраслевых издержек производства, а на базе так называемых предельных затрат.

Предельными или, иначе, «замыкающими» принято считать такие затраты, которые характеризуют допустимый для определенного периода уровень удельных затрат на прирост производства данного вида конечной продукции, получаемой из минерального сырья. Их нельзя считать затратами худших, технически отсталых предприятий. Они называются предельными только потому, что принимаются по уровню затрат природных ресурсов, замыкающих число месторождений, признанных обществом необходимыми к эксплуатации. Чтобы проводить оценку месторождений, предельные затраты должны отвечать ряду требований:

— представлять предельно допустимый для народного хозяйства в целом уровень затрат на конечную товарную продукцию, получаемую из конкретного вида полезного ископаемого, вследствие чего замыкающие затраты должны иметь директивный характер [6];

— обеспечивать оптимальный перспективный план развития отрасли, рациональное покрытие потребности в минеральном сырье при наименьших затратах;

— быть сопоставимыми с индивидуальными затратами всех оцениваемых месторождений как по своей экономической сущности, так и по методу исчисления;

— включать все производственные затраты, т. е. учитывать, во-первых, эксплуатационные издержки замыкающего предприятия, во-вторых, создаваемый при этом нормативный прибавочный продукт;

— учитывать ущерб, причиняемый землепользователям от изъятия и изменения качественного состояния сельхозугодий и от других нарушений окружающей природной среды;

— учитывать уровень мировых цен. Это особенно важно для тех видов продукции горнодобывающих отраслей, которые экспортируются или импортируются нашей страной;

— учитывать качество минерального сырья. Значение данного требования возрастает для полезных ископаемых, характеризующихся многочисленностью видов конечной продукции. Каждый вид или сорт получаемой продукции имеет различные качественные характеристики и соответственно различные производственные затраты. В таких случаях для определения замыкающих затрат необходим предварительный перевод разноразной продукции в единую конечную товарную продукцию, учитывающую все качественные особенности минерального сырья;

— быть динамичными (т. е. изменяться во времени) и периодически пересматриваться, так как под влиянием научно-технического прогресса, а также освоения новых месторождений, изменения потребностей в минеральном сырье изменяются производственные условия эксплуатации месторождений. За интервал действия замыкающих затрат целесообразно принимать пятилетие и их пересмотр приурочивать к составлению пятилетних планов, являющихся основным видом перспективного народнохозяйственного планирования;

— определяться просто, доступно и оперативно.

Рассматривая требования к замыкающим затратам, А. С. Астахов приходит к важному выводу о том, что нормативы замыкающих затрат могут устанавливаться только централизованно и не столько на основе ранее сложившихся (фактических) затрат, сколько исходя из расчетных затрат оптимального перспективного плана отрасли. Это должны быть затраты, лежащие на той границе оптимального отраслевого плана, которая разделяет вошедшие в план эффективные предприятия от неэффективных [6].

Расчет замыкающих затрат предлагается проводить по-разному: по себестоимости, по приведенным затратам и по цене производства на замыкающем месторождении. Достоинством первого способа является его простота и полное отражение природных особенностей объекта. Максимальная себестоимость всегда соответствует эксплуатации наилучшего естественного ресурса. Однако разработка любого месторождения, в том числе и замыкающего, должна не только возвращать затраченные средства, но и обеспечивать норму прибыли, что заставляет включать в замыкающие затраты наряду с себестоимостью норму прибавочного продукта. В результате этого замыкающие затраты становятся предельно допустимыми общественно необходимыми затратами, которые в общем виде можно представить выражением

$$З = C_3 + m_3,$$

где Z — предельные затраты; C_3 — себестоимость конечной продукции на замыкающем объекте; m_3 — нормативный прибавочный продукт на этом объекте.

Определение замыкающей себестоимости C_3 не представляет больших трудностей, спорной до сих пор остается методика исчисления величины нормативного прибавочного продукта m . В методе определения предельных затрат посредством приведенных затрат $Z_{пр} = C_3 + E_n K_3$ нормативную прибыль предполагается рассчитывать через $E_n K_3$, где E_n — коэффициент нормативной эффективности использования капитальных вложений 0,12; K_3 — предстоящие капитальные вложения на замыкающем месторождении. Этот метод прост, позволяет учитывать наряду с себестоимостью эффективность капитальных вложений, однако определение нормативной прибыли через $E_n K_3$, а замыкающих затрат по приведенным затратам $C_3 + E_n K_3$ не отражает цены производства. Однако именно так рекомендовано рассчитывать замыкающие затраты во

Временной типовой методике экономической оценки месторождений полезных ископаемых [10].

Приведенные затраты не могут выполнять роль общественно-необходимых затрат по следующим причинам.

1. Показатель приведенных затрат не отражает реальных издержек предприятий, а используется лишь как сравнительный оценочный критерий при выборе оптимальных вариантов технических и хозяйственных решений, минимизируя сумму эксплуатационных и капитальных затрат. При расчете приведенных затрат учитываются все капитальные вложения, а при сравнении месторождений капитальные вложения учитываются в одних случаях полностью, а в других лишь по мере необходимости (для выполнения определенного круга работ), что делает варианты несопоставимыми. Такая же несопоставимость возникает и при оценке месторождений в случае учета в приведенных затратах лишь предстоящих капитальных вложений. Строящиеся и уже давно эксплуатируемые месторождения по учету капитальных вложений находятся в неравных условиях, зависящих не столько от природных данных, сколько от стадии эксплуатации.

2. Размер капитальных вложений зависит от стадии эксплуатации месторождения, вследствие чего замыкающими объектами по приведенным затратам становятся, как правило, строящиеся предприятия, а не предприятия, эксплуатирующие месторождения с худшими природными условиями, что противоречит определению замыкающего объекта. По той же причине происходит частая смена замыкающих объектов и резкие скачкообразные изменения во времени величины замыкающих приведенных затрат.

3. По своей экономической сущности величина $E_{нК}$ не может отражать прибавочного продукта, который создается только живым трудом в процессе эксплуатации месторождения. В образовании же $E_{нК}$ участвует овеществленный труд (K), затраченный в период капитального строительства на месторождении. Масса прибыли, выражающая стоимость прибавочного продукта, должна определяться не капитальными вложениями в освоение месторождений, а степенью использования живым трудом средств, участвующих в процессе производства продукта из минерального сырья. Прибавочный продукт должен рассчитываться пропорционально общественным фондам потребления ($p_1W + p_2\Phi$), где p_1W — доля прибавочного продукта, рассчитанная пропорционально затратам живого труда (W), а $p_2\Phi$ — пропорционально стоимости производственных фондов. Именно так и предусматривается рассчитывать прибавочный продукт в предельных затратах по цене производства на замыкающем месторождении. Предельные затраты при этом будут иметь выражение $Z = C_3 + (p_1W + p_2\Phi) = C_3 + m_3$, которое нередко называют «лимитной ценой».

Вывод о необходимости определения общественных издержек производства в минерально-сырьевых отраслях не по средним, а по предельно допустимым условиям производства находится в полном со-

ответствии с теорией дифференциальной ренты, разработанной еще К. Марксом, согласно которой цена производства на худшем месторождении ($C_3 + m_3$) выше цены производства на любом лучшем месторождении ($C_i + m_i$) на величину дифференциальной ренты, получаемой с лучшего месторождения, т. е. $(C_3 + m_3) = (C_i + m_i + R_{д i})$, а дифференциальная рента с лучшего месторождения определяется разностью $R_{д i} = (C_3 + m_3) - (C_i + m_i)$.

Структура общественно необходимых затрат труда, построенная в горнодобывающих отраслях на базе эксплуатации относительно худшего природного ресурса, обеспечивает рациональное использование недр и получение на всех, кроме замыкающего, месторождениях дополнительного эффекта — дифференциального горного дохода. Включение нормативного продукта m в замыкающие затраты создает условия для нормальной производственно-хозяйственной деятельности всех предприятий.

Расчет предельных затрат по цене производства на относительно худшем месторождении вовсе не означает, что капитальные вложения не принимаются во внимание. Согласно определению капитальных вложений как экономической категории социалистического хозяйства, они представляют собой затраты по созданию новых, расширению и реконструкции действующих производственных и непроизводственных фондов. При этом все капитальные вложения отражены в первоначальной стоимости основных производственных фондов и в этой связи в задачах оценки месторождений стоимость производственных фондов выступает показателем, конкурирующим с капитальными вложениями. Существенное преимущество производственных фондов по сравнению с капитальными вложениями заключается в том, что их суммарное выражение устойчивее, не подвержено резким скачкообразным изменениям, характерным для капитальных вложений, не зависит от состояния строительства на объекте, а главное связано с непосредственным участием в создании товарной продукции из минерального сырья.

Предположения о том, что замыкающие затраты существенно ухудшат результаты деятельности добывающих отраслей, явно не обоснованы. Исследования [44] показывают, что при предельных затратах всегда можно подобрать такие параметры обработки месторождения, которые не только способствуют оптимальному использованию залежей полезных ископаемых, но и улучшают практически все экономические показатели эксплуатации объектов.

В качестве одного из приближенных методов определения замыкающих затрат рекомендуется [10] метод ранжирования месторождений (или их частей). В этом случае рассматриваются показатели индивидуальных затрат на единицу конечной продукции по каждому действующему и всем намечаемым к вводу в разработку месторождениям (их частям). Аналогично на ту же единицу конечной продукции рассчитываются затраты по производству и утилизации всех видов замещающей продукции того

же назначения по всем ее поставщикам. Все источники получения продукции располагаются в ряд по убывающей эффективности (нами рекомендуется по индивидуальной цене производства); при этом по каждому источнику указывается его долевое участие в общем объеме производства. Далее отбираются, начиная с наилучших, те месторождения, которые обеспечивают удовлетворение плановой потребности в данной продукции. Затраты по объектам, завершающим этот ряд, принимаются в качестве замыкающих. Месторождения, оставшиеся за пределами указанного ряда, составят резерв минеральных ресурсов.

Метод ранжирования очень прост и нагляден, однако замыкающие затраты определяются им весьма приблизительно вследствие того, что оптимальная мощность по каждому предприятию обосновывается без увязки с мощностями других предприятий; показатели ранжирования предприятий принимаются без изменения во времени; слабо учитывается территориальное размещение месторождений, а также связи поставщиков с потребителями и др. Более достоверным методом определения замыкающих затрат признается определение их на основе оптимизационных вариантных расчетов перспективных планов или схем развития и размещения соответствующих отраслей [10]. Они разрабатываются, исходя из существующих и перспективных потребностей в продукции данной отрасли с учетом вариантных возможностей их удовлетворения при обязательном сопоставлении затрат по конкурирующим источникам.

Для каждого рассматриваемого объекта определяются показатели предстоящих капитальных и эксплуатационных затрат на разведку, строительство, поддержание мощности, добычу, переработку, транспортировку продукции к потребителю, а также затраты у потребителей, зависящие от качества минерального сырья. Критерием оптимизации является минимум этих затрат в целом по отрасли за рассматриваемый период с учетом фактора времени. Уровень замыкающих затрат определяется методами линейного программирования путем оптимизации перспективного плана развития добывающих отраслей, в котором достигается минимум затрат у производителей и максимум эффекта у потребителей данных природных ресурсов.

Однако разработанные рядом институтов многовариантные оптимизационные модели до сих пор не нашли практического применения. Одной из причин этого является чрезмерно большое количество исходной информации и оптимизируемых параметров.

Предельные затраты на замыкающем месторождении, признанные общественно необходимыми затратами труда в горнодобывающих отраслях, должны служить основой:

- расчета оптовых цен на товарную продукцию, получаемую из минерального сырья;
- определения дифференциального горного дохода;
- разделения разведанных запасов на балансовые и забалансовые.

— расчета экономического эффекта, получаемого от эксплуатации конкретного месторождения.

Предельные затраты обеспечивают единую экономическую основу оценки балансовых запасов, стимулируя рациональное использование недр и способствуя сокращению потерь рентабельности к отработке запасов полезных ископаемых.

Предельные затраты позволяют:

— оценивать последствия потерь и разубоживания полезных ископаемых в процессе добычи и переработки. Эта функция замыкающих затрат вытекает непосредственно из их определения: каждая тонна теряемых запасов, независимо от причин этих потерь, компенсируется за счет запасов с предельными производственными затратами;

— сравнивать ценностные характеристики минерального сырья при обосновании направлений геологоразведочных работ, целесообразности перехода к последующим стадиям, определении очередности и сроков освоения месторождений;

— достигать намеченный план производства при минимальных эксплуатационных затратах;

— всесторонне отражать в денежной форме природные особенности месторождений и обеспечивать полный учет фиксированных рентных платежей.

Построение оптовых цен на продукцию из минерального сырья на основе предельно допустимых, а не среднеотраслевых затрат способствует безубыточной работе каждого горнодобывающего предприятия и, соответственно, отрасли в целом. В таких условиях всем предприятиям, в том числе и замыкающему, обеспечивается нормативная рентабельность.

Особенности формирования цен на разведанные запасы полезных ископаемых и продукты их переработки

Повышение эффективности использования минерального сырья, необходимость вовлечения в разработку бедных и со сложными природными условиями месторождений требуют постоянного совершенствования товарно-денежного механизма, в котором ведущая роль принадлежит ценам на продукты общественного труда. Цены позволяют устанавливать и контролировать общественно необходимые затраты труда, народнохозяйственные пропорции, соизмерять затраты с результатами, определять уровень благосостояния населения, выявлять эффективность производства, регулировать хозяйственные отношения между различными звеньями хозяйства.

Огромное значение цен в народном хозяйстве обязывает планировать их не только на продукцию, производимую из минерального сырья, но и на сами разведанные запасы полезных ископаемых. Разведанные запасы минерального сырья в недрах

конкретных месторождений являются конечным продуктом геологоразведки, используемым всеми отраслями народного хозяйства. Они имеют стоимость, величина которой определяется по общему для всех товаров экономическому закону — общественно необходимыми затратами живого и овеществленного труда. Являясь носителями стоимости, разведанные запасы должны иметь и цену. Отсутствие цен на природные ресурсы порождает бесхозяйственное отношение к ним. Принятое в настоящее время положение по возмещению затрат на геологоразведочные работы и включению их в себестоимость и оптовые цены на продукцию горнодобывающих отраслей — первый шаг в этом направлении, однако в целом данная проблема остается нерешенной. Во-первых, затраты на геологоразведочные работы возмещаются далеко не полностью, во-вторых, только одно возмещение затрат не стимулирует геологоразведку к достижению лучших результатов и, в-третьих, что наиболее важно, отсутствие цен на разведанные запасы не позволяет реализовать в геологоразведочной отрасли основной принцип хозяйственного расчета — самокупаемость. Все это ставит геологоразведку в такое положение, при котором закон стоимости не может действовать в ней с достаточной полнотой.

Планомерное использование закона стоимости в геологоразведке требует утверждения цен на разведанные запасы и выдвигает эту задачу в число важнейших задач социалистической экономики.

Проблема ценообразования на разведанные запасы полезных ископаемых в недрах не является новой. В конце семидесятых и начале восьмидесятых годов ряд ученых высказали свое отношение к ней в журналах «Советская геология» и «Разведка и охрана недр». Однако методические вопросы расчета цены на разведанные запасы до сих пор не решены. Сложность планирования цен на разведанные запасы, а также цен на продукцию, получаемую из минерального сырья, объясняется не только общими трудностями ценообразования в социалистическом хозяйстве, но и трудностями учета факторов, под влиянием которых формируются общественно необходимые затраты труда в геологоразведке и добывающих отраслях.

Чтобы подойти к решению основных вопросов планового ценообразования в геологоразведке и отраслях, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье, необходимо прежде всего иметь четкое представление о функциях цен, а также о факторах, воздействующих на образование общественно необходимых затрат труда, являющихся основой цены.

Первая и важнейшая функция цен — *планово-учетная* — заключается в том, что цены должны отражать уровни и динамику общественно необходимых затрат на производство.

Общественно необходимыми являются затраты, определяющие величину стоимости, — это затраты живого и овеществленного труда, которые требуются для изготовления данного товара, данной

потребительной стоимости при имеющихся общественно-нормальных условиях производства и при среднем в данном обществе уровне умения и интенсивности труда. Они зависят прежде всего от: 1) технической вооруженности труда, 2) организации производства и труда, 3) квалификации, умения, сноровки работников, 4) естественных условий труда. Общественно необходимый труд измеряется общественно необходимым рабочим временем.

Общественно необходимые затраты — критерий, позволяющий различать в каждом отдельном производстве необходимые затраты и излишние. Этот критерий отражает общественный эффект, условия производства, распределения и потребления, в нем учитывается качественное и количественное соответствие результата труда общественной потребности.

Равенство цен общественно необходимым затратам — общий закон ценообразования. Чем ближе цена к общественно необходимым затратам труда, тем полнее и правильнее решаются важнейшие практические задачи хозяйствования: улучшения хозяйственного расчета, упорядочения распределения по труду, измерения эффективности различных вариантов, а в геологоразведке, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье отраслях — к тому же еще и полнота использования природных ресурсов.

Вторая функция цены — *стимулирующая* — позволяет использовать цены в качестве одного из рычагов создания новых народнохозяйственных пропорций, обусловленных развитием производительных сил. В этом случае цены выступают не только как результат новых соотношений общественно необходимых затрат труда, но и в качестве активного инструмента их образования. При этом важнейшее требование к ценам заключается в обеспечении для каждого хозяйственного звена и всего народного хозяйства максимального эффекта от производства того или иного вида продукции. В геологоразведке стимулирующая функция цены должна способствовать открытию и разведке месторождений с лучшими природными условиями, а в добывающих и перерабатывающих отраслях — наиболее полному использованию минерального сырья.

Третья — *распределительная* — функция цены применяется в случаях использования цены для усиления того или иного процесса, в результате чего происходит отклонение цен от их стоимости и достигается рациональное распределение доходов и накоплений между хозяйственными единицами.

В отраслях, связанных с выявлением, добычей и переработкой минерального сырья, особое значение имеют первые две функции цены. Если цены на разведанные запасы и продукты их переработки выполняют эти функции, они способствуют правильному и полному использованию залежей полезных ископаемых, обеспечивают максимальную эффективность производства продукции из минерального сырья. Действительность цен в значительной мере обусловливается степенью отражения в них факторов, под воздействием которых формируются общественно необходимые затраты. Как известно, цена есть денежное выражение стоимости, поэтому

ее образование зависит от факторов, определяющих стоимость. Такими факторами являются те из них, которые отражают различные стороны формирования общественно необходимых затрат труда — основы стоимости. При производстве любой продукции к ним относятся подготовленные кадры и средства производства, а в геологоразведке и добывающих отраслях, кроме того, и естественные ресурсы. Это разграничение факторов производства имеет важное значение для понимания процесса формирования стоимости и развития самих стоимостных форм.

Рабочая сила выступает в качестве субъекта производства. Поэтому факторы образования стоимости, зависящие от рабочей силы (квалификация работников, их умение, сноровка, интенсивность их труда), можно назвать субъективными. Другие факторы образования стоимости выступают как объективные по отношению к рабочей силе, занятой в данном процессе труда. Субъективные факторы предопределяют величину стоимости, создаваемой живым трудом за единицу времени, безотносительно к количеству созданных за это время единиц потребительной стоимости. Объективные факторы, не оказывая влияния на величину стоимости, вновь созданной за единицу рабочего времени, предопределяют долю стоимости, приходящуюся на каждую из созданных за то же время единиц потребительной стоимости, и воздействуют на соотношение необходимой и прибавочной частей во вновь созданной стоимости. Следует подчеркнуть, что объективные факторы образования стоимости возникают в результате затрат труда, но для данного процесса они выступают в качестве результата затрат прошлого труда, независимо от того, выражаются ли в изменениях научно-технической базы производства, его технологии, организации производства и т. п.

Между субъективными и объективными факторами образования стоимости имеется теснейшая взаимосвязь. Так, рост квалификации работников находит свое выражение в совершенствовании техники и организации производства и труда. С другой стороны, технический прогресс требует применения рабочей силы более высокой квалификации, с большей общеобразовательной и технической подготовкой.

Непосредственная зависимость между затратами живого труда и массой прибавочной стоимости выражается следующей формулой стоимости:

$$S = C + D = C + W + P, \quad (7)$$

т. е. стоимость товара (S) складывается из перенесенной стоимости средств производства (C), потребленных в процессе его изготовления, и вновь созданной живым трудом стоимости (D). D распадается на стоимость необходимого продукта (W), обеспечивающего воспроизводство рабочей силы, и на стоимость прибавочного продукта, образующего чистый доход (P). Таким образом, исходной для формирования цены служит себестоимость продукции, включающая текущие материальные издержки (C) и оплату

труда (W). Кроме себестоимости общественно необходимые затраты труда включают чистый доход (P).

Основные различия между отдельными концепциями планового ценообразования в стране выражаются в способах включения чистого дохода в состав общественно необходимых затрат: пропорционально либо себестоимости ($C + W$), либо затратам живого труда (W), либо затратам овеществленного труда (C) и др. В ныне действующих оптовых ценах чистый доход учитывается пропорционально стоимости производственных фондов (Φ) по норме (ρ), выражающей отношение совокупного чистого дохода к функционирующим во всем народном хозяйстве производственным фондам. Формула цены, принятая для расчета оптовых цен, имеет вид $C = S = C + W + \rho\Phi$. При этом уровень общественно необходимых затрат определяется средними условиями производства. Их смысл в том, что общество сопоставляет весь объем необходимой ему продукции данного вида со всей суммой затрат, которая требуется для ее производства. Сопоставление затрат отдельных предприятий со средними дает общественную оценку индивидуальным затратам и показывает степень их соответствия общественно необходимым затратам.

В геологоразведке, а также в отраслях, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье, в образовании общественно необходимых затрат труда наряду с кадрами и средствами производства участвуют природные ресурсы, к которым прилагается труд. Природные ресурсы создают дополнительную так называемую естественную производительность труда, уровень которой определяется качеством, горнотехническими и экономико-географическими условиями природного ресурса. Различия естественной производительности труда устойчивы, поскольку возможности вовлечения в хозяйственный оборот относительно лучших природных ресурсов недостаточны из-за их ограниченности и невоспроизводимости. Поэтому более высокая естественная производительность труда, достигаемая при использовании относительно лучших источников минерального сырья, не может выступать общей нормой.

Удовлетворение же растущих потребностей в минеральном сырье вынуждает общество эксплуатировать месторождения полезных ископаемых с разными природными условиями, что приводит к резким различиям в индивидуальных издержках производства. В результате при эксплуатации лучших месторождений образуется дифференциальный горный доход, как разница между индивидуальными издержками производства и единой ценой на один и тот же товар, в которой проявляется общественный характер стоимости. Поэтому определение цены разведанных запасов и цены получаемой из них продукции будет верно лишь в том случае, если при этом будут учтены особенности формирования общественно необходимых затрат труда в геологоразведке и добывающих отраслях. Для геологоразведки эти особенности заключаются в следующем.

1. Себестоимость разведки 1 т полезного ископаемого должна отражать не индивидуальные затраты, связанные с поисками и разведкой конкретного месторождения, а среднетраслевые издержки на поиски и разведку соответствующего вида минерального сырья. Это требование обуславливается тем, что для выявления промышленно годных месторождений приходится затрачивать средства на поиски и разведку многих объектов, большинство из которых отбраковываются как не имеющие промышленного значения. Поскольку этот процесс вызван объективной необходимостью, а затраты на непромышленные объекты довольно велики, они не могут не учитываться в общественно необходимых затратах геологоразведки.

2. Чистый доход в цене разведанных запасов правильнее рассчитывать не пропорционально стоимости производственных фондов ($\rho\Phi$), которые используются в геологоразведке нестабильно, а пропорционально затратам живого труда и стоимости производственных фондов ($\rho_1 W + \rho_2 \Phi$), причем основная доля чистого дохода должна определяться затратами живого труда ($\rho_1 W$), поскольку отрасль характеризуется высокой трудоемкостью.

3. В составе общественно необходимых затрат геологоразведки должен учитываться дифференциальный горный доход (R_d), однако не полностью, как мы предполагали раньше [18], а лишь в той мере, в которой он выявляется на добывающих предприятиях. Учет в цене разведанных запасов всей величины дифференциальной ренты неправомерен, поскольку хозрасчетные отношения геологоразведки складываются с горными, а не с перерабатывающими предприятиями. Дифференциальный горный доход следует включать в цену в его абсолютной величине, не прибегая к дисконтированию; цены динамичны и при их пересмотре фактор времени, безусловно, учитывается.

Таким образом, цена разведанных запасов в недрах конкретных месторождений может рассчитываться по следующему выражению:

$$C = C + W + (\rho_1 W + \rho_2 \Phi) + R_d. \quad (8)$$

Совсем по-иному должны формироваться общественно необходимые затраты труда на продукты, получаемые из минерального сырья. В добывающих отраслях цена должна играть роль стимулятора к наиболее полному использованию естественных ресурсов. Выполнение этого требования особенно важно в связи с невоспроизводимостью и ограниченностью сырья.

Цена на конечную продукцию из минерального сырья в значительной мере определяет размер балансовых запасов. В этом нетрудно убедиться, если обратиться к методике определения основного кондиционного показателя на минеральное сырье — минимального промышленного содержания полезного компонента в полезном ископаемом. Данный показатель рассчитывается из равенства стоимости товарной продукции эксплуатационным издержкам на ее получение, отнесенным к единице полезного ископаемого, по формуле [см. (15)]. Из этой формулы видно, что чем

выше цена, тем ниже промышленный минимум и, следовательно, в контур месторождения включается больше разведанных запасов и тем самым полнее используются природные богатства недр. Однако действующие оптовые цены на концентраты, металлы и другую продукцию из минерального сырья эту задачу выполняют неполно, поскольку они построены на базе среднеотраслевых издержек производства. Ориентация на среднеотраслевую себестоимость приводит к тому, что на лучших месторождениях, где издержки производства невелики, в балансовые запасы попадают более богатые руды, а рядовые руды или руды с более низким содержанием полезного компонента, однако, годные к промышленному использованию, при отработке месторождений часто теряются безвозвратно. Между тем, на худших месторождениях, вовлечение которых в хозяйственный оборот признано необходимостью, такие руды отрабатываются. Существующая для некоторых видов продукции добывающих отраслей зональная дифференциация цен не обеспечивает полного решения данного вопроса. Кроме того, на значительную, если не на большую, часть продукции из минерального сырья установлен централизованный спрос, следовательно, здесь действуют только общесоюзные цены.

Цены на руду, концентраты, металлы и другую продукцию из минерального сырья необходимо базировать не на среднеотраслевых издержках, а на издержках производства при худших естественных условиях приложения труда. Такой подход к ценообразованию обуславливается рядом обстоятельств. Прежде всего, при использовании разных по качеству и местоположению природных ресурсов возникают неустранимые различия в производительности труда. Кроме того, продукты труда производятся еще как товары и действуют закон стоимости, к тому же природные ресурсы невоспроизводимы и их надо использовать с наибольшей полнотой.

Ориентация плановых цен в добывающих отраслях производства на предельные (закрывающие) индивидуальные издержки производства позволяет выявлять действительную эффективность использования разных природных ресурсов, создает на основе хозяйственного расчета нормальные условия воспроизводства на предприятиях, производящих продукцию в худших природных условиях, а самое главное — обеспечивает наиболее полное использование скоплений полезных ископаемых в недрах земли.

Таким образом, цены на добываемое сырье и продукты его переработки должны ориентироваться на худшие из используемых по всей стране естественные условия труда. Цена добытого полезного ископаемого, а также продуктов его переработки будет определяться по той же формуле (8), однако с другим содержанием общественно необходимых затрат. В данном случае себестоимость ($C+W$) является издержками производства при эксплуатации худших природных ресурсов, а средняя норма прибыли, увязанная с показателями экономической эффективности общественного труда, определяется главным образом затратами жи-

вого труда ($\rho_1 W$), поскольку добывающие отрасли характеризуются большой трудоемкостью. Дифференциальный горный доход (R_d) должен учитываться в цене добытого полезного ископаемого, а также конечного товарного продукта — концентрата, металла и т. д. — соответствующей его суммой.

Ориентировка цен на замыкающие издержки производства вовсе не означает, что предел этих затрат можно свободно изменять. Предельные затраты будут отвечать требованиям планового ценообразования лишь тогда, когда они совпадают с общественно необходимыми затратами труда. Снижение уровня предельных затрат приведет к ухудшению качества минерально-сырьевой базы, а также к сокращению эффективности производства в добывающих и перерабатывающих отраслях.

Предлагаемый подход к формированию цены разведанных запасов на базе среднеотраслевой себестоимости геологоразведки, а цены продукции из минерального сырья на базе предельных затрат горнодобывающих и перерабатывающих предприятий учитывают теоретические основы ценообразования в социалистическом хозяйстве и обеспечивают максимальное использование естественных ресурсов.

Прибыль и рентабельность от использования разведанных запасов полезных ископаемых

Прибыль характеризует экономическую эффективность производства, вклад предприятия, объединения, отрасли производства в общую сумму чистого дохода страны.

В количественном отношении прибыль — это разница между выручкой предприятия за проданную продукцию и затратами на ее производство и реализацию. В расчете на единицу продукции прибыль равна разнице между оптовой ценой и фактической себестоимостью продукции. При одной и той же общественной стоимости продукции величина прибыли на отдельных предприятиях данной отрасли может быть различной. Это обуславливается тем, что продукция создается на разных предприятиях при различной производительности труда и, следовательно, индивидуальной стоимости, а реализуется она по одной цене.

Прибыль Π от использования разведанных запасов определяется разностью между стоимостью товарной продукции, полученной из полезного ископаемого, и себестоимостью этой продукции C , т. е. суммой затрат, связанных с разведкой, добычей, обработкой и переработкой минерального сырья

$$\Pi = \Sigma C_0 - \Sigma C,$$

где Π — прибыль, руб.; ΣC_0 — стоимость продукции по оптовым ценам, руб.; ΣC — погашение затрат на геологоразведочные работы, себестоимость добычи и всех стадий переработки минерального сырья, руб.

В этом показателе отражаются не только затраты на производство, но и количество и качество полученной продукции. Прибыль (доход) определяется не только для предприятия в целом; она может быть вычислена по каждому производственному переделу в отдельности.

Использование минерального сырья отличается специфической структурой прибавочного продукта. Он подразделяется в основном на две части. Одна из них представляет собой прибавочный продукт, создаваемый во всех нормально работающих предприятиях. Эта часть обуславливается эффективностью использования затраченных средств в геологоразведочном производстве, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности и при реализации определенных видов товарной продукции (товарной руды, концентратов, металлов и др.) принимает форму прибыли соответствующей отрасли. Другая часть прибавочного продукта связана с эффективностью использования природных условий месторождений полезных ископаемых. Она представляет собой избыточный прибавочный продукт, образующийся при использовании полезных ископаемых отдельных месторождений вследствие более высокой здесь производительности труда за счет лучших естественных условий. Этот избыточный прибавочный продукт при реализации товарной продукции принимает форму дифференциального горного дохода.

Таким образом, общая прибыль от использования минерального сырья может быть выражена как

$$P_{\text{общ}} = P_x + R_d,$$

где P_x — прибыль, создаваемая трудом геологов-разведчиков, горняков, обогатителей и металлургов, руб.; R_d — дифференциальный горный доход от использования минерального сырья месторождения, находящегося в относительно лучших природных условиях, руб.

Определить дифференциальный горный доход можно с помощью цены производства замыкающих предприятий, эксплуатирующих бедные или расположенные в неблагоприятных природных условиях месторождения.

Прибыль является тем показателем, в котором соизмеряются затраты и результаты эксплуатации месторождений. Она выступает главным показателем оценки экономической эффективности использования природного ресурса. Поэтому критерием оптимальности при оценке месторождений мы считаем сумму общей прибыли, которая будет получена в результате отработки всех его запасов при обязательном условии, что прибыль рассчитывается не на основе ныне действующих оптовых цен, а на базе цены производства на замыкающем природном ресурсе.

Степень эффективности эксплуатации природного ресурса выражается показателем рентабельности. Способы расчета нормы рентабельности могут быть различными. В практике хозяйствования в нашей стране норма рентабельности определялась в течение

длительного времени отношением прибыли к себестоимости. Однако этот показатель не в полной мере содействовал лучшему использованию производственных фондов, так как не учитывал их общую величину.

В современных условиях научно-технического прогресса, когда эффективность производства в значительной мере зависит от интенсивности использования производственных фондов (в частности, оборудования), возникла необходимость определения рентабельности отношением суммы полученной прибыли к стоимости используемых в производстве основных производственных фондов и собственных оборотных средств добывающих и перерабатывающих предприятий

$$P_n = \frac{\Pi}{\Phi_n},$$

где P_n — рентабельность производства, руб./руб.; Π — среднегодовая сумма прибыли от использования минерального сырья, руб.; Φ_n — производственные фонды предприятия, руб.; в свою очередь, $\Phi_n = O_c + O_b$, где O_c — среднегодовая стоимость основных производственных фондов, руб.; O_b — среднегодовая сумма собственных оборотных средств, руб.

В содержании рентабельности сопоставляются накопления, создаваемые в процессе использования полезного ископаемого, с теми средствами, которые государство выделило в распоряжение того или иного звена промышленности. Рентабельность служит измерителем эффективности средств, находящихся в распоряжении предприятий, эксплуатирующих минеральное сырье.

Изложенный метод расчета рентабельности имеет тот недостаток, что неполностью отражает эффективность использования живого труда. Поэтому в последнее время в экономической литературе появились предложения об уточнении методов измерения рентабельности производства. Дело в том, что прибыль создается живым трудом. Овеществленный же труд (здания, сооружения и т. п.) прибыли не создает, он только переносит свою стоимость на стоимость готового продукта, способствуя ее приращению. При современном же измерении рентабельности производства затраты живого труда практически учитываются в небольшой мере. Между тем, учет затрат живого труда в отраслях, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье, очень важен, так как эти отрасли, особенно горнодобывающие, являются весьма трудоемкими.

Для учета живого труда предлагается измерять рентабельность производства продукции из минерального сырья по выражению

$$P_n = \frac{\Pi}{\Phi_n + \Phi_s},$$

где Φ_s — фонд заработной платы, постоянно находящийся в обороте производственно-хозяйственного комплекса, руб.

При таком методе измерения рентабельности производства на ее величину оказывает влияние не только масса овеществленного

труда, находящегося в процессе производства, но и величина средств, выделенных на заработную плату, что очень важно для отраслей, связанных с минеральным сырьем.

По промышленным предприятиям, добывающим и перерабатывающим полезные ископаемые, рентабельность определяют в настоящее время двумя способами: 1) отношением прибыли к сумме основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств; 2) отношением прибыли к себестоимости продукции.

Мы считаем второй способ наиболее приемлемым, поскольку он наиболее полно отражает эффективность использования живого труда, что особенно важно для трудоемких отраслей, связанных с производством продукции из природного ресурса.

Если исчисленный уровень рентабельности будет ниже среднего нормативного уровня по отрасли промышленности, то дальнейшая разведка, строительство предприятия и эксплуатация месторождений при данном уровне техники, технологии и экономики производства нецелесообразны. В исключительных случаях, когда баланс страны по данному металлу достаточно напряженный, допускается временная разработка месторождений с убыточными результатами эксплуатации.

Дифференциальный горный доход

Использование естественных ресурсов характеризуется значительной дифференциацией производительности труда на отдельных месторождениях, которая возникает из-за их различия по природным и экономико-географическим условиям: масштабу запасов, содержанию в них полезных компонентов, минеральному и химическому составу полезных ископаемых, условиям их залегания и т. д. В результате этого при равных затратах объем и качество продукции на лучших месторождениях всегда будут выше, а себестоимость производства ниже, чем на средних и тем более на худших месторождениях.

Повышенная производительность труда при эксплуатации более благоприятных природных ресурсов приводит к возникновению в горнодобывающих отраслях избыточного прибавочного продукта, представляющего собой излишек сверх прибавочного продукта, создаваемого в обычных условиях производства. Избыточный прибавочный продукт образуется на месторождении до тех пор, пока оно не перейдет по своим природным особенностям в разряд «худших» объектов.

Природный базис повышенной производительности труда сам по себе не является ни источником, ни причиной создания избыточного прибавочного продукта. Его источником является прибавочный труд людей, прилагаемый к данному земельному участку, а монополия хозяйства на землю является причиной превращения прибавочного продукта в дифференциальный горный доход.

Специфический характер условий образования и распределения избыточного прибавочного продукта вызывает необходимость обоз-

начать его специальным термином «дифференциальный горный доход» и рассматривать в качестве самостоятельной экономической категории. Термин «доход» выражает общность социального содержания стоимостной формы этого избыточного прибавочного продукта с остальной массой чистого дохода социалистических государственных предприятий. А термины «дифференциальный» и «горный» указывают на специфику образования этой части чистого дохода, создаваемого в горнодобывающей промышленности в связи с использованием ограниченных и качественно неравноценных минеральных ресурсов.

По способу образования различают две основные формы дифференциального горного дохода: I и II. Дифференциальный горный доход I образуется вследствие повышенной производительности труда при разработке месторождений полезных ископаемых с наиболее благоприятными горно-геологическими и другими естественными условиями, а также местоположением ресурсов. Дифференциальный горный доход II образуется путем применения к полезному ископаемому более совершенной технологии добычи, обогащения и переработки; усиления технической вооруженности труда; применения эффективных видов материалов, реагентов, энергии и т. п., т. е. при более интенсивном и полном использовании полезного ископаемого. Дифференциальный горный доход II, как и дифференциальный горный доход I, возникает на основе различий месторождений по природным и экономико-географическим условиям. Однако в отличие от дифференциального горного дохода I условием различий в издержках производства здесь выступают не природные особенности минерального сырья, а технико-экономический уровень его эксплуатации. Экономическая роль обеих форм дифференциального горного дохода в удовлетворении общественных и коллективных материальных интересов различна: дифференциальный горный доход I близок к налогу с оборота, имеет общегосударственный характер, поэтому он должен полностью изыматься в государственный бюджет.

Дифференциальный горный доход II близок к чистой прибыли предприятий, вследствие чего часть этого дохода целесообразно оставлять горнодобывающим и перерабатывающим предприятиям для расширения и совершенствования производства и материального поощрения работников.

В процессе эксплуатации месторождения могут изменяться результаты его геологической изученности, условия и техника разработки, а также технология переработки полезного ископаемого. В связи с этим дифференциальный горный доход должен пересчитываться через определенные периоды времени, приуроченные к составлению перспективных (пятилетних) планов.

Проблема выявления и учета дифференциального горного дохода возникла в нашей стране сравнительно недавно — в конце пятидесятых годов. Инициатором ее решения выступил К. Л. Пожарицкий. Он предложил исчислять дифференциальный горный доход как разность между извлекаемой ценностью добываемой

руды и ценой ее производства. При этом извлекаемая ценность добываемой руды устанавливалась по действующим оптовым ценам на готовую продукцию горнорудного предприятия (на руду или концентрат), а цена производства готовой продукции определялась суммой себестоимости и, по выражению автора, «предпринимательской прибыли». Выраженные формулой эти положения К. Л. Пожарицкого примут следующий вид:

$$A_{(t)} = TP - (C + m), \quad (9)$$

где $A_{(t)}$ — дифференциальный горный доход (по К. Л. Пожарицкому — горная рента) соответствующего (t) года эксплуатации месторождения, руб.; TP — годовая стоимость товарной продукции в действующих оптовых ценах, руб.; C — годовая себестоимость товарной продукции, руб.; m — годовая сумма «предпринимательской прибыли», т. е. нормативная прибыль, руб. Для расчета суммарного дифференциального горного дохода за весь период эксплуатации месторождения К. Л. Пожарицким были предложены две формулы:

а) при различных годовых поступлениях дохода

$$V_D = \frac{A_1}{(1+r)^1} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1+r)^n}, \quad (10)$$

б) при равных годовых поступлениях дохода

$$V_D = \frac{A}{(1+r)^1} + \frac{A}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A}{(1+r)^n} = \frac{A(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}, \quad (11)$$

где V_D — дифференциальный горный доход за весь период эксплуатации месторождения, руб.; $A_1, A_2 \dots A_n$ — годовые поступления дифференциального горного дохода от эксплуатации месторождения, руб.; r — тариф процентов.

Поскольку дифференциальный горный доход поступает годовыми платежами в течение всего периода отработки месторождения (нередко в течение 20—30—50 лет), К. Л. Пожарицкий предложил при расчете всей его суммы учитывать фактор времени величиной r , означающей процентный учет платежей будущего. Величина r позволяет привести будущие годовые доходы к моменту их суммарного определения.

Предложение К. Л. Пожарицкого по учету дифференциального горного дохода явилось большим вкладом в теорию оценки месторождения. Однако автор неправильно оценил роль дифференциального горного дохода в экономике геологоразведочной и горнодобывающей отраслей, что привело его к ошибочной методике расчета этого важнейшего показателя оценки месторождений. В одной из своих последних статей К. Л. Пожарицкий писал: «Широко распространена идея, что за передачу месторождения промышленности должна выплачиваться сумма, потраченная на его разведку. Эта идея является наивной, в корне ошибочной. В действительности должна выплачиваться сумма, равная не затратам на разведку, а экономической ценности месторождения» [34]. По мнению

К. Л. Пожарицкого, эта сумма определяется только дифференциальным горным доходом и поэтому расчеты геологоразведочной службы с государством и горнодобывающими предприятиями должны основываться на дифференциальном горном доходе. Затраты на геологоразведочные работы рассматриваются им как долгосрочный заем, выданный государством на условиях возврата с процентами, а возврат займа обеспечивается дифференциальным горным доходом, получаемым геологоразведочной службой от горнорудных предприятий при сдаче им месторождений в эксплуатацию. Разница между дифференциальным горным доходом от конкретного месторождения и общими затратами на разведку этого месторождения будет, по К. Л. Пожарицкому, определять рентабельность или убыточность работы геологической организации на данном объекте.

Предложение К. Л. Пожарицкого считать ценообразующей основой только дифференциальный горный доход без учета общественно необходимых затрат на разведку месторождений вступает в противоречие с теорией трудовой стоимости, а признание им права на дифференциальный горный доход только за геологоразведкой приводит к неправильным взаимоотношениям геологоразведки с государством и горнодобывающими отраслями. Кроме того, при расчете дифференциального горного дохода через $ТП = (C + m)$ К. Л. Пожарицкий допускает еще одну ошибку: стоимость товарной продукции оценивалась им по оптовым ценам, построенным на базе среднеотраслевой себестоимости. Общественная стоимость производства продукции из минерального сырья в отличие от общественной стоимости продукции других отраслей промышленности должна определяться не средними условиями производства, а затратами труда и материальных ресурсов на добычу и переработку минерального сырья на худших месторождениях, поскольку их эксплуатация признается общественной необходимостью. Если же строить общественную стоимость производства продукции из минерального сырья на базе средних условий производства, то дифференциальный горный доход на средних и лучших месторождениях всегда будет меньше своей истинной величины, а разработка относительно худших месторождений, хотя они и признаны необходимыми для покрытия потребности, будет убыточной. Несмотря на указанные ошибочные положения, выступления К. Л. Пожарицкого в печати по поводу дифференциального горного дохода явились первыми работами в стране, свидетельствующими о важности учета и использовании дифференциального горного дохода в социалистической экономике.

После выступления К. Л. Пожарицкого, в 1959 г. Н. В. Володомонов предложил определять дифференциальный горный доход по формуле [9]

$$V = \Sigma (Q - q) P_{\pi p q}, \quad (12)$$

где V — дифференциальная горная рента, руб.; Q — бортовая себестоимость продукта, руб.; q — себестоимость продукта по блокам,

руб.; P — подсчитанные запасы по блокам; π — коэффициент извлечения полезного ископаемого при добыче; ρ — то же, при обогащении; φ — то же, при металлургическом переделе; Σ — символ суммы произведений по блокам.

Достоинство метода Н. В. Володомонова заключается в расчете дифференциального горного дохода через себестоимость продукции, которая представляет собой синтезирующий показатель, учитывающий абсолютно все природные и экономико-географические особенности месторождения, как бы многочисленны они не были. Однако и метод Н. В. Володомонова не лишен недостатков. Главный из них заключается в том, что при оценке конечной продукции из минерального сырья не учитывается прибавочный продукт, создаваемый работниками горнодобывающих отраслей в процессе эксплуатации месторождений. Кроме того, предложение определять дифференциальный горный доход по отдельным блокам месторождения неприемлемо и технически невозможно, поскольку в народнохозяйственном обороте полезные ископаемые учитываются не отдельными блоками, а месторождениями.

Проблема дифференциального горного дохода дискуссировалась в нашей стране почти до 1960 г., и лишь в последующий период целесообразность учета дифференциального горного дохода, как одного из важнейших оценочных показателей, характеризующих народнохозяйственное значение месторождения, была признана большинством исследователей. В настоящее время его денежное выражение предлагается определять разностью между ценностью добываемой продукции в замыкающих затратах и индивидуальными затратами на ее получение. Численное значение замыкающих затрат целесообразно рассчитывать на базе цены производства конечной продукции на замыкающем месторождении с наименее благоприятными природными условиями [$C_3 + (\rho_1 W_3 + \rho_2 \Phi_3)$]. Индивидуальные затраты должны представлять цену производства той же продукции на оцениваемом месторождении [$C_i + (\rho_1 W_i + \rho_2 \Phi_i)$]; на такой основе дифференциальный горный доход будет рассчитываться по формуле

$$R_n = [(C_3 + \rho_1 W_3 + \rho_2 \Phi_3) - (C_i + \rho_1 W_i + \rho_2 \Phi_i)] \quad (13)$$

Предложение ряда исследователей определять дифференциальный горный доход по разнице замыкающих и индивидуальных приведенных затрат нельзя признать правильным, поскольку приведенные затраты по своему экономическому содержанию не выражают цены производства.

Таким образом, природные ресурсы, из которых конечная продукция производится по замыкающим затратам, в данный момент не приносят дифференциального горного дохода. По мере улучшения естественного базиса природных ресурсов дифференциальный горный доход прогрессивно возрастает, достигая максимума на самых лучших месторождениях.

Дифференциальный горный доход — очень важный показатель оценки месторождения. Он отражает в денежной форме сравнительную естественную ценность месторождения, показывая, насколько естественный базис одного месторождения ценнее естественного базиса другого месторождения. Однако дифференциальный горный доход нельзя считать критерием оценки природного ресурса, поскольку месторождения с худшими природными условиями, признанные необходимыми для удовлетворения общественных потребностей, оцениваются этим показателем как нулевые, что явно неверно.

Полная оценка природного ресурса возможна с использованием системы оценочных показателей, в частности, годового производства товарной продукции, получаемой при этом общей прибыли, капитальных затрат, связанных с эксплуатацией месторождения, и др.

Среди показателей оценки природного ресурса критерием оптимальности следует считать общую прибыль за весь период обработки запасов, рассчитанную на базе замыкающей цены производства.

Показатель дифференциального горного дохода необходим для:

- сравнительной оценки месторождений данного вида полезного ископаемого и отборе наилучших из них;

- определения предприятиям фиксированных рентных платежей;

- определения народнохозяйственной эффективности геологоразведочных работ и последовательности их проведения.

На эффективность конечных результатов геологоразведочных работ, безусловно, влияет их научный, производственно-технический уровень и организация проведения. Однако при оценке эффекта, приносимого геологоразведочными работами народному хозяйству, определяющее значение имеют природные условия месторождения. Если оно находится в благоприятных экономико-географических условиях, содержит большие запасы богатых, легко добываемых и перерабатываемых руд, то геологоразведочные работы будут экономически эффективными даже при серьезных недостатках в организации их проведения. Если же месторождение не располагает промышленными запасами руд, то поиски и разведка его не дадут народному хозяйству никакого промышленного эффекта, как бы хорошо они не проводились.

Наряду с абсолютным значением дифференциального горного дохода, рассчитанного по всему природному ресурсу, наиболее четкую характеристику потенциальной ценности месторождений дает *удельная величина дифференциального горного дохода на единицу его запасов*, которую целесообразно принимать в качестве одного из ведущих показателей при обосновании последовательности ведения геологоразведочных работ и выборе первоочередных объектов к эксплуатации [6].

Критерии оптимальности и фактор времени при геолого-экономической оценке месторождений

Критерии оптимальности

Объективное решение всех задач геолого-экономической оценки должно приниматься только на основе единого критерия оптимальности, способного полно и всесторонне отразить в денежной форме степень удовлетворения интересов народного хозяйства за счет эксплуатации конкретного природного ресурса. В настоящее время такого критерия еще не создано. Предложения ряда исследователей считать критерием оптимальности отдельные показатели оценки месторождений неоднократно подвергались обоснованной критике.

В решении данной проблемы важное значение имеет выход в свет «Временной типовой методики экономической оценки месторождений полезных ископаемых» [9], разработанной коллективом ученых под руководством академиков Н. П. Федоренко и М. И. Агошкова. Согласно этой методике критерием оптимальности признается народнохозяйственный эффект от эксплуатации месторождения (R_p), который рассчитывается как разность между ценностью производимой продукции (Z) и суммарными (эксплуатационными и капитальными) затратами на ее производство (S) за период отработки запасов с учетом фактора времени $1/(1 + E_{\text{нп}})^t$:

$$R_p = \sum_{t=1}^T = \frac{Z_t - S_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t}, \quad (14)$$

где T — расчетный период эксплуатации месторождения; Z — ценность продукции за год, исчисленная в оптовых ценах или замыкающих затратах; S_t — сумма капитальных и эксплуатационных (без отчисления на реновацию) затрат, соответствующих тому же году эксплуатации; $E_{\text{нп}}$ — норматив для приведения разновременных затрат.

Методикой предусматривается, что показатель R_p должен наиболее полно отражать ценность того или иного месторождения для народного хозяйства, с его помощью должны обосновываться очередность освоения месторождений и целесообразность постановки на объекте следующих стадий разведки, определяться нормы потерь и разубоживания, производится оценка эффективности затрат на геологоразведочные работы, а также включение полезных ископаемых в состав национального богатства.

Подобных методик для других видов природных ресурсов еще не создано, поэтому при апробации данной методики возникли большие трудности. Наиболее дискуссионными оказались вопросы, связанные с методами исчисления ценности конечной про-

дукции и индивидуальных затрат на ее производство, учетом фактора времени, установлением норматива приведения разновременных затрат.

Ценность конечной продукции (Z) согласно «Типовой методике...» правомерно исчислять в оптовых ценах Π_0 и в замыкающих приведенных затратах соответствующего года: $Z_{\Pi} = C_3 + E_{\Pi}K_3$. Исследования показали, что замыкающие затраты можно рассчитывать также на базе предельной (замыкающей) себестоимости $Z_c = C_3$ и цены производства товарной продукции на замыкающем предприятии, которую часто называют «лимитной ценой», $Z_{\Pi} = C_3 + m_3$, где m_3 — нормативный прибавочный продукт (прибыль), создаваемый коллективом производителей при использовании полезного ископаемого на замыкающем месторождении.

Если учесть указанные выше варианты расчета величины Z и принять вторую составляющую формулы (14) S_t в соответствии с «Типовой методикой...» равной сумме предстоящих капитальных и эксплуатационных (без отчисления амортизации в части реновации) затрат t -го года эксплуатации месторождения, то показатель экономической оценки месторождений будет определяться из следующих выражений:

$$R_{p1} = \sum_{t=1}^T \frac{(\Pi_0 - C_t) A_t - K_t}{(1 + E_{\Pi})^t} \quad (\text{I вариант});$$

$$R_{p2} = \sum_{t=1}^T \frac{(Z_c - C_t) A_t - K_t}{(1 + E_{\Pi})^t} \quad (\text{II вариант});$$

$$R_{p3} = \sum_{t=1}^T \frac{(Z_{\Pi} - C_t) A_t - K_t}{(1 + E_{\Pi})^t} \quad (\text{III вариант});$$

$$R_{p4} = \sum_{t=1}^T \frac{(Z_{\Pi} - C_t) A_t - K_t}{(1 + E_{\Pi})^t} \quad (\text{IV вариант}),$$

где R_p (1, 2, 3, 4) — показатель экономической оценки месторождений по соответствующему способу определения ценности конечной продукции; Π_0 , Z_c , Z_{Π} и Z_{Π} — ценность единицы товарной продукции, исчисленная соответственно в оптовых ценах, по замыкающей себестоимости C_3 , в замыкающих приведенных затратах $C_3 + E_{\Pi}K_3$ и по цене производства на замыкающем месторождении $C_3 + m_3$; C_t — эксплуатационные затраты оцениваемого месторождения без отчисления на реновацию, отнесенные к единице товарной продукции в t -м году; K_t — общие капитальные вложения в оцениваемое месторождение, подлежащие освоению в t -м году; A_t — годовая производительность в t -м году; $1/(1 + E_{\Pi})^t$ — коэффициент учета фактора времени.

Таким образом, рассматриваемые последние три варианта различаются между собой разным экономическим содержанием замыкающих затрат.

Анализ всех вариантов (табл. 17) показывает, что ни один из них не позволяет получить критерия оптимальности. По первому варианту величина R_p представляет разность ценности товарной продукции, исчисленной в оптовых ценах, и индивидуальных затрат. Последние взяты как сумма эксплуатационных затрат (без отчисления на реновацию) и капитальных вложений $S_t = C_t + K_t/A_t$. Главный недостаток этого способа расчета R_p заключается в том, что величина R_{p1} не имеет строгого экономического смысла. Ее нельзя считать прибылью, так как суммы реновационных отчислений и удельных капитальных вложений K_t/A_t не тождественны. Ее нельзя принимать и за дифференциальный горный доход. Последний должен отражать состояние и степень использования природных условий месторождения. В величине же R_{p1} ценность конечной продукции исчисляется на базе среднеотраслевых условий производства, а годовые капитальные вложения являются в большей степени функцией строительных работ на объекте. Исследования показывают, что, несмотря на постоянство показателя Π_0 (ценности товарной продукции в оптовых ценах), величина R_{p1} очень чувствительна к годовым капитальным вложениям в оцениваемый объект и благодаря этому подвержена резким скачкообразным изменениям во времени. Кроме того, при расчете R_{p1} по первому варианту занижается уровень основного кондиционного показателя подсчета балансовых запасов — минимального промышленного содержания, что приводит к сокращению запасов. Поэтому вместо показателя оптовой цены были рекомендованы замыкающие приведенные затраты. Если же и впредь использовать оптовые цены для определения R_p , то предпочтительно использовать традиционный метод расчета прибыли, который не имеет недостатков, связанных с резкими временными колебаниями капитальных вложений в объект.

Второй вариант определения R_{p2} предусматривает использование в расчетах Z замыкающей себестоимости. Для него характерны все недостатки первого варианта. Одновременно он имеет существенное преимущество, так как способствует более полному извлечению запасов из недр.

В третьем варианте расчета R_{p3} замыкающие затраты рассчитываются на основе приведенных затрат. Существенным недостатком этого варианта является еще большая, по сравнению с первыми двумя вариантами, изменчивость R_p во времени. Она связана с частой сменой замыкающих объектов и с большими колебаниями величины замыкающих приведенных затрат. При этом природные условия оцениваемых объектов отражаются в величине R_{p3} в меньшей степени, чем в двух предыдущих вариантах.

Варианты расчета критерия оптимальности R_p при различных замыкающих затратах на примере железнодорожного месторождения.
По Т. Н. Труниной

Годы	Замыкающие затраты				Индивидуальные затраты				Критерий оптимальности				
	в оптовых ценах Ц ₀	замыкающая себестоимость Z _с	приведенные затраты Z _п	цена провоза водства Z _л	себестоимость без реновационных отчислений C _{0р}	капитальные вложения K _л	себестоимость C _л	годовая прибыль A _л	$\alpha = 1/(1 + E_{нп})$	R _{p1} = (Ц ₀ - C _л) A _л ⁿ / (2 - 8) 9 × 10	R _{p2} = (Z _с - C _л) A _л ⁿ / (3 - 8) 9 × 10	R _{p3} = (Z _п - C _л) A _л ⁿ / (4 - 8) 9 × 10	R _{p4} = (Z _л - C _л) A _л ⁿ / (5 - 8) 9 × 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-й	17,90	22,01	22,91	29,28	7,84	4 000	9,49	1403,1	1,00	11800,07	17566,81	18829,60	27767,34
2-й	17,90	22,01	22,91	29,28	7,84	4 000	9,49	1403,1	0,925	10915,06	16249,29	17417,38	25684,79
3-й	17,90	22,01	22,91	29,28	7,84	4 500	9,49	1403,1	0,875	10325,06	15370,95	16475,90	24296,42
4-й	17,90	22,01	22,91	29,28	7,84	4 600	9,49	1403,1	0,794	9369,255	13948,04	14950,70	22047,26
5-й	17,90	22,01	22,91	29,28	7,84	4 600	9,49	1403,1	0,736	8684,851	12929,17	13858,58	20436,76
6-й	17,90	22,55	29,28	27,98	8,55	21 000	17,02	1546,4	0,681	926,727	5823,63	12910,98	11541,95
7-й	17,90	22,55	29,28	27,98	8,55	21 000	17,02	1546,4	0,630	857,32	5387,50	11944,08	10677,58
8-й	17,90	22,55	29,28	27,98	8,55	21 000	17,02	1546,4	0,584	794,72	4994,13	11071,97	9897,95
9-й	17,90	22,55	29,28	27,98	8,55	21 000	17,02	1546,4	0,541	736,21	4626,41	10256,74	9169,16
10-й	17,90	22,55	29,28	27,98	8,55	21 000	17,02	1546,4	0,501	681,78	4284,35	9438,39	8491,22
11-й	17,90	21,11	24,76	26,79	8,97	15 000	11,53	3296,7	0,464	9743,99	14654,22	20237,51	23342,74
Всего	—	—	—	—	—	141 700	—	—	—	64835,05	115834,5	157391,83	193353,0

Четвертый вариант расчета R_{p4} предусматривает определение замыкающих затрат на базе цены производства на замыкающем месторождении, которая представляет собой общественно необходимые затраты и рассчитывается как сумма себестоимости на замыкающем месторождении C_3 и нормативной прибыли m_3 . Существенным преимуществом расчета Z по величине $C_3 + m_3$ по сравнению с расчетом ее по замыкающим приведенным затратам $C_3 + E_n K_3$ является большая зависимость ее от природных условий месторождений, а не от стадии их эксплуатации. Однако, как и в предыдущих вариантах, величина R_{p4} не имеет строгого экономического смысла из-за различного круга затрат, включаемых в показатели Z_t и S_t .

Для того чтобы Z и S были сопоставимы, а показатель экономической оценки R_p имел строгий экономический смысл, исследованию подвергались еще пять возможных вариантов расчета критерия оптимальности. Величина Z определяется в них так же, как и в первых четырех вариантах, а индивидуальные затраты S рассчитывались аналогично вариантам расчета замыкающих затрат: по полной себестоимости C_t , по приведенным затратам $C_t + E_n K_t$ и по цене производства на рассматриваемом месторождении $C_t + m$. Для экономической оценки природного ресурса наибольший интерес представляют следующие сочетания Z и S :

$$R_{p5} = \sum_{t=1}^T \frac{(C_0 - C_t) A_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \quad (\text{V вариант});$$

Варианты расчета критерия оптимальности R_p при различных замыкающих
по Т. Н. Тру

Годы	Замыкающие затраты				Индивидуальные затраты			
	н оптовых цехах C_0	замыка- ющая себесто- имость Z_c	приве- денные затраты $Z_{\text{п}}$	цена- произ- водства $Z_{\text{л}}$	себе- стоимость C_t	при- веденные затраты $C_t + E_n K_t$	цена производ- ства $C_t + m^*$	годовая произ- водитель- ность A_t
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-й	17,90	22,01	22,91	29,28	9,97	11,62	17,21	1403,1
2-й	17,90	22,01	22,91	29,28	9,97	11,62	17,21	1403,1
3-й	17,90	22,01	22,91	29,28	9,97	11,62	17,21	1403,1
4-й	17,90	22,01	22,91	29,28	9,97	11,62	17,21	1403,1
5-й	17,90	22,01	22,91	29,28	9,97	11,62	17,21	1403,1
6-й	17,90	22,55	29,28	27,98	11,17	19,64	17,27	1546,4
7-й	17,90	22,55	29,28	27,98	11,17	19,64	17,27	1546,4
8-й	17,90	22,55	29,28	27,98	11,17	19,64	17,27	1546,4
9-й	17,90	22,55	29,28	27,98	11,17	19,64	17,27	1546,4
10-й	17,90	22,55	29,28	27,98	11,17	19,64	17,27	1546,4
11-й	17,90	21,11	24,76	26,79	10,48	13,04	15,20	3296,7
Всего	—	—	—	—	—	—	—	—

Величина нормативной прибыли $m = E_p$ рассчитана в данном случае по аналогии с действующей стоимостью производственных фондов Φ .

$$R_{p6} = \sum_{t=1}^T \frac{(Z_c - C_t) A_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \quad (\text{VI вариант});$$

$$R_{p7} = \sum_{t=1}^T \frac{[Z_{\text{п}} - (C_t + E_{\text{н}} K_t)] A_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \quad (\text{VII вариант});$$

$$R_{p8} = \sum_{t=1}^T \frac{[Z_{\text{п}} - (C_t + m)] A_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \quad (\text{VIII вариант});$$

$$R_{p9} = \sum_{t=1}^T \frac{(Z_{\text{п}} - C_t) A_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \quad (\text{IX вариант}),$$

где $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_t — капитальные вложения оцениваемого месторождения в t -м году; m — нормативная прибыль.

Результаты исследований (табл. 18) показывают, что каждый из рассматриваемых показателей экономической оценки месторождения обладает определенными достоинствами и недостатками.

Вариант R_{p5} предусматривает использование для расчета ценности товарной продукции оптовых цен Π_0 , индивидуальные затраты представляют собой в этом случае полную себестоимость C_t . Получаемый показатель экономической оценки месторождения

Таблица 18

и индивидуальных затратах на примере железорудного месторождения

ниной

$\alpha_t = 1 / (1 + E_{\text{нп}})^t$	Критерий оптимальности				
	$R_{p5} = (\Pi_0 - C_t) A_t \alpha_t$ (2-6) 9×10	$R_{p6} = (Z_c - C_t) A_t \alpha_t$ (3-6) 9×10	$R_{p7} = (Z_{\text{п}} - C_t - E_{\text{н}} K) A_t \alpha_t$ (4-7) 9×10	$R_{p8} = (Z_{\text{п}} - C_t - m) A_t \alpha_t$ (5-8) 9×10	$R_{p9} = (Z_{\text{п}} - C_t) A_t \alpha_t$
10	11	12	13	14	15
1,00	11126,58	16893,32	15940,99	16935,41	27098,86
0,925	10292,08	15626,32	14652,91	15665,25	25061,82
0,875	9735,76	14781,65	13860,86	14818,48	23707,12
0,794	8834,50	13413,29	12577,74	13446,71	21512,52
0,736	8189,16	12433,48	11658,96	12464,46	19941,08
0,681	7087,35	11984,26	10151,86	11278,68	17702,58
0,630	6556,58	11086,75	9391,60	10434,02	16376,83
0,584	6077,85	10277,25	8705,86	9672,17	15181,06
0,541	5630,33	9520,53	8064,85	8960,01	14063,28
0,501	5214,04	8816,61	7468,55	8297,53	13023,48
0,464	11350,14	16260,37	17927,71	18034,79	29716,63
—	90084,37	141093,83	130301,89	140007,51	223385,26

ствующими оптовыми ценами, т. е. через норму рентабельности E_p (0,15), исходя из среднего-

является прибылью Π , давно применяемой для денежной оценки месторождений. В величине прибыли отражаются как результаты производственно-хозяйственной деятельности предприятия, так и эффект от эксплуатации объекта с лучшими, чем на среднем месторождении, природными условиями. Однако этот эффект, представляющий собой избыточный прибавочный продукт от эксплуатации лучших природных ресурсов или, иначе, дифференциальный горный доход, не соответствует своей истинной величине, поскольку он рассчитан на базе оптовой цены, исходя из среднеотраслевых условий производства. Для правильного его определения надо исходить не из оптовых цен, а из затрат замыкающего месторождения. Определение же дифференциального горного дохода на основе оптовых цен не отвечает экономической сущности этой категории и не стимулирует рационального использования недр.

В шестом варианте расчета показателя R_{p6} вместо оптовых цен для определения ценности товарной продукции Z используется замыкающая себестоимость C_3 . Величина S_t по-прежнему рассчитывается по индивидуальной себестоимости C_t . В данном случае показатель R_{p6} представляет собой эффект R_d , получаемый за счет эксплуатации месторождения с лучшими, чем на замыкающем, природными условиями. Эта величина и определяет в основном дифференциальный горный доход. Он возникает на всех месторождениях конкретного вида полезного ископаемого, кроме замыкающего, для которого он равен нулю. Таким образом, денежная оценка месторождения R_{p6} в наиболее полной степени отражает их природные условия. Однако показатель R_{p6} , отражая эффект, получаемый за счет лучших природных условий месторождения, не учитывает нормативной прибыли, которая должна обеспечивать нормальную производственную деятельность на всех, включая замыкающие, месторождениях.

В седьмом варианте расчета показателя экономической оценки месторождения R_{p7} исчисление Z предполагается по замыкающим приведенным затратам $C_3 + E_n K_3$, а S — по индивидуальным приведенным затратам $C_t + E_n K_t$. Учет предстоящих капитальных вложений в приведенных затратах посредством слагаемого $E_n K$ приводит при оценке месторождений к резким, скачкообразным изменениям во времени как замыкающих, так и индивидуальных затрат. Широкий же диапазон значений Z_t и S_t существенно изменяет и величину экономического эффекта R_{p7} . Использование приведенных затрат для оценки месторождений приводит к тому, что месторождения, на которых еще предстоят крупные капитальные вложения, всегда будут получать меньшую экономическую оценку, что может приводить к задержке ввода в эксплуатацию новых богатых месторождений, способных в будущем обеспечивать большой экономический эффект.

Некоторые исследователи, придавая выражению $E_n K$ значение прибавочного продукта, считают, что по разнице приведенных затрат на замыкающем и оцениваемом месторождениях можно

рассчитывать дифференциальный горный доход. Это утверждение ошибочно, так как величину $E_n K$ по ее экономической сущности нельзя принимать за нормативную прибыль.

Восьмой вариант расчета экономической оценки месторождений R_{p8} предусматривает расчет как замыкающих, так и индивидуальных затрат по цене производства, т. е. по сумме эксплуатационных затрат и нормативной прибыли. Цена производства на замыкающем месторождении $C_a + m_a$, или так называемая «лимитная цена» соединяет себестоимость C с прибавочным продуктом m . Включение в величину замыкающих затрат прибавочного продукта обеспечивает всем предприятиям, в том числе и замыкающим, нормальные производственные условия. Этим показатель экономической оценки R_{p8} существенно отличается от показателя R_{p6} , а по сравнению с предыдущим показателем R_{p7} он обоснованно отражает величину прибавочного продукта. В данном случае показатель экономической оценки месторождений R_{p8} представляет собой величину экономического эффекта, получаемую главным образом за счет лучших естественных условий месторождений и может рассматриваться как дифференциальный горный доход. Цена производства на замыкающем месторождении, так же как и оптовая цена, учитывает величину нормативной прибыли, однако «лимитные цены» имеют существенное преимущество перед оптовыми ценами: они рассчитываются не на среднеотраслевых природных условиях, а на условиях эксплуатации замыкающего месторождения, что способствует рациональному использованию залежей полезных ископаемых.

Для того чтобы результаты оценки по замыкающим затратам не входили в противоречие с результатами производственной деятельности, необходимо осуществлять пересмотр оптовых цен на продукцию из минерального сырья на базе замыкающих затрат. Оценка природного ресурса по оптовым ценам, рассчитанным на уровне среднеотраслевых затрат, всегда будет искажать (в сторону уменьшения) значение того экономического эффекта, который общество получает от эксплуатации конкретного месторождения. Однако, несмотря на наиболее полное и правильное отражение природной ценности месторождения в показателе R_{p8} , представляющем собой дифференциальный горный доход, он также не может выступать в качестве итогового, обобщающего показателя использования минеральных ресурсов. Дифференциальный горный доход характеризует только сравнительную естественную ценность месторождения, поэтому его нельзя считать критерием оптимальности.

Девятый вариант расчета R_{p9} отличается от предыдущего варианта тем, что индивидуальные затраты определяются не по цене производства, а по себестоимости. В этом случае величина $R_{p9} = (C_a + m_a) - C_t = Z_{л} - C_t = \Pi$ представляет собой общую прибыль Π от эксплуатации месторождения, рассчитанную на базе цены производства замыкающего месторождения. По абсолютному размеру она превосходит дифференциальный горный доход на

сумму того прибавочного продукта, который создается на любом предприятии в результате его производственно-хозяйственной деятельности. Эту прибыль за весь период отработки природного ресурса, рассчитанную на основе цены производства на замыкающем месторождении, и следует считать критерием оптимальности при оценке минерального сырья.

Введение данного критерия в действие требует пересмотра существующих оптовых цен на продукцию из минерального сырья на основе предельных затрат.

Вместе с тем было бы ошибочно рассматривать критерий оптимальности без учета предстоящих капитальных вложений в оцениваемый объект, величина которых может быть весьма существенной. Сравнение общей прибыли и капитальных вложений предпочтительно проводить традиционным методом, т. е. в относительных выражениях: П/К или К/П. Общая прибыль отражает природные условия месторождения и степень их использования. Предстоящие капитальные вложения характеризуют затраты государства на это месторождение в зависимости от степени освоения и стадии его эксплуатации. Сопоставление этих двух по сути независимых показателей позволяет определить срок окупаемости капитальных вложений и установить наиболее оптимальное время ввода в эксплуатацию того или иного месторождения.

Фактор времени и геолого-экономическая оценка месторождений

Учет фактора времени в геолого-экономической оценке месторождений является одной из актуальных и весьма спорных проблем современности. Исследования в этой области начались сравнительно недавно. До работ А. С. Астахова [5, 6] в экономической литературе почти не было обстоятельных публикаций, в которых решались бы те или иные вопросы данной проблемы. Между тем, все процессы, связанные с разведкой и использованием минерального сырья, протекают во времени, и чем оно продолжительней, тем сильнее его влияние на формирование экономического эффекта, получаемого от эксплуатации полезных ископаемых.

До сих пор единственным способом учета фактора времени в экономических расчетах является приведение разновременных затрат к единому году с помощью коэффициента $B_t = (1 + E_{\text{нп}})^t$, где B_t — коэффициент приведения; $E_{\text{нп}}$ — нормативный коэффициент эффективности для приведения разновременных затрат, принятый в народном хозяйстве в размере 0,08; t — число лет от года вложения затрат до года их приведения. Этот способ широко используется при определении эффективности капитальных вложений. Приведение затрат к более позднему году осуществляется умножением их на коэффициент B_t , приведение к более раннему году — делением их на B_t .

Значения величины коэффициентов приведения B_t и $1/B_t$ указаны в табл. 19.

Коэффициенты приведения разновременных затрат к единому году

Число лет t от года вложения затрат до года их приведения	Коэффициенты приведения		Число лет t от года вложения затрат до года их приведения	Коэффициенты приведения	
	B_t	$1/B_t$		B_t	$1/B_t$
0	1,00	1,00	15	3,17	0,32
1	1,08	0,93	20	4,66	0,21
2	1,17	0,86	25	6,85	0,15
3	1,25	0,79	30	10,06	0,10
4	1,36	0,73	40	21,72	0,05
5	1,47	0,68	50	46,90	0,02
10	2,16	0,46			

Изложенный выше метод приведения разновременных затрат к единому году использован в настоящее время для определения показателя расчетной денежной оценки месторождения (R_p)

$$R_p = \sum_{t=1}^T \frac{Z_t - S_t}{(1 + E_{\text{нн}})^t} \cdot \text{руб.},$$

в котором $(Z_t - S_t)$ выражает годовой экономический эффект от эксплуатации месторождения. При оценке конечной продукции в оптовых ценах величина R_p рассчитывается по выражению

$$R_p = \sum_{t=1}^T [\Pi_{t0} - (C_t - a_t + K_t)] \frac{1}{B_t} \rightarrow \max,$$

или

$$R_p = \sum_{t=1}^T [(\Pi_{t0} - C_t) + a_t - K_t] 1/B_t = \sum_{t=1}^T (\Pi_t + a_t - K_t) 1/B_t \rightarrow \max,$$

где R_p — суммарный экономический эффект за весь срок эксплуатации месторождения, руб.; Π_{t0} — стоимость конечной продукции в оптовых ценах в t -м году, руб.; C_t — себестоимость конечной продукции в t -м году, руб.; a_t — амортизационные отчисления, направляемые на реновацию основных производственных фондов в t -м году, руб.; K_t — капитальные вложения в промышленное освоение месторождения в t -м году, руб.; $1/B_t$ — коэффициент приведения результатов и затрат t -го года к начальному моменту оценки месторождения; T — период оценки месторождения, лет; Π_t — прибыль от эксплуатации природного ресурса в t -м году, руб.

В приведенных выше выражениях R_p амортизационные отчисления на реновацию основных фондов a_t и капитальные вложения K_t численно могут равняться или значительно приближаться друг к другу. Поскольку они взаимно погашаются, часто возникает сомнение в целесообразности их введения для расчета R_p . Оно действительно необходимо, так как периодичность a_t и K_t различна: a_t относится ко времени эксплуатационных работ, а K_t осуще-

ствляются в основном в период строительства. Вследствие разной периодики $a_t 1/B_t \neq K_t 1/B_t$.

Если оценивать конечную продукцию не в оптовых ценах, а в замыкающих (предельных) затратах, величина R_p рассчитывается по выражению

$$R_p = \sum_{t=1}^I [Z_{\text{пред}} - (C_t - a_t + K_t)] 1/B_t = \sum_{t=1}^I (R_{\text{д}t} + \Pi_t + a_t - K_t) 1/B_t \rightarrow \max,$$

где разница $Z_{\text{пред}} - C_t = R_{\text{д}t} + \Pi_t$ характеризует сумму прибыли Π_t и дифференциального горного дохода $R_{\text{д}t}$, не учтенного действующими оптовыми ценами на продукты переработки минерального сырья.

В последнем случае расчета R_p природные особенности месторождений отражаются наиболее полно и правильно.

Таким образом, при рассмотрении показателя экономической оценки месторождения R_p отдельными элементами денежных средств являются капитальные вложения (K_t), прибыль (Π_t) и амортизационные отчисления на реновацию (a_t). Показатели разных лет соизмеряются во времени делением на коэффициент $B_t = (1 + E_{\text{нп}})^t$, где t — число лет, разделяющих год осуществления затрат или поступления результатов от года, к которому они приводятся; $E_{\text{нп}}$ — норматив для приведения разновременных затрат и результатов, принятый равным 0,08. Ввод коэффициента B_t в формулу расчета показателя R_p дает возможность учесть тот дополнительный народнохозяйственный эффект от кругооборота прямого эффекта (т. е. средства, высвобождающиеся в процессе эксплуатации месторождения) при его использовании в качестве источника новых капитальных вложений. Общая величина денежной оценки месторождения R_p определяется путем приведения годовых экономических эффектов к моменту оценки месторождения.

Суммарный экономический эффект согласно типовой методике [10] служит критерием выбора оптимального варианта оконтуривания и разработки запасов. Оптимальным признается тот вариант, который характеризуется максимальным дисконтированным эффектом. Открывая дискуссию в журнале «Советская геология» по учету фактора времени, министр геологии Е. А. Козловский писал: «...помимо ужесточения требований к качеству запасов, дисконтирование приводит также к ошибочным результатам оценки месторождений. В многовариантных расчетах с применением сложного процентирования образуются неестественные динамики геолого-экономических параметров месторождений и, как следствие, создаются искусственные пределы возможного вовлечения в промышленный контур запасов высокого качества...» [25, с. 19].

Рассматривая роль фактора времени в экономических расчетах при оценке месторождений, А. С. Астахов справедливо отмечает, что здесь имеется ряд весьма сложных, до конца не решенных теоретических вопросов [6]. Одним из них он считает учет экономической неравноценности разновременных затрат и доходов по-

средством коэффициента B_t . Использование значений коэффициентов приведения B_t , рассчитанных по формуле сложных процентов, при сроках эксплуатации месторождения свыше 20—30 лет приводит к «лавинообразному» росту этих коэффициентов. При делении на такие коэффициенты весьма отдаленных во времени затрат и доходов эффекты от эксплуатации природного ресурса «нуллифицируются», и экономическая оценка месторождения приобретает явно неверное значение. Другим не менее важным аспектом учета фактора времени при геолого-экономической оценке месторождений является обоснование момента, к которому должен приводиться показатель экономической оценки месторождения R_p . Не менее сложно обоснование длительности периода оценки месторождений T . Объективно существует некоторая оптимальная продолжительность периода оценки природного ресурса, по отношению к которой и меньшие, и большие значения периода T ухудшают результаты оценки. Чрезмерно малые значения периода T приводят к неполному учету тех преимуществ, которыми обладают месторождения с большими запасами и соответственно большим периодом эксплуатации. При излишней продолжительности периода T резко снижается достоверность исходных данных о месторождениях. Кроме того, экономическая значимость весьма отдаленных затрат и доходов становится настолько малой, что не в состоянии влиять на конечные результаты и выводы.

Т. И. Пулик [37, 38], исследуя под руководством Л. П. Кобахидзе учет фактора времени по указанным выше направлениям, приходит к весьма существенным выводам.

Для отражения во времени экономической неравноценности разновременных затрат и результатов при определении показателя R_p Т. И. Пулик исходит из того, что эффективность любого объекта (процесса) определяется двумя видами эффекта [5]: а) прямым, получаемым в пределах самого объекта (процесса), и б) дополнительным кругооборотным, аккумулируемым в народном хозяйстве при использовании эффекта «а» для капитального строительства новых и реконструкции действующих объектов. При этом, чем раньше достигнут и поступит в народнохозяйственный оборот прямой эффект, тем большим кругооборотным эффектом он обрастает к любому из рассматриваемых моментов и тем больше общая эффективность рассматриваемого объекта (процесса).

С использованием созданного А. С. Астаховым механизма кругооборота средств были определены темпы и численные значения коэффициентов народнохозяйственного кругооборота капитальных вложений, прибыли и амортизационных отчислений по нескольким месторождениям различных горнодобывающих отраслей.

По учету экономической неравноценности разновременных затрат и доходов при эксплуатации месторождений выводы Т. И. Пулика сводятся к следующему.

1. Расчеты главного показателя R_p экономической оценки месторождения с учетом фактора времени целесообразно осуществлять не дисконтированием народнохозяйственного эффекта

методом сложных процентов, а с помощью модели кругооборота средств (прибыли, амортизационных отчислений в части реновации, капитальных вложений). Модель кругооборота средств позволяет наиболее правильно соизмерять во времени затраты на освоение месторождений с доходами от его эксплуатации.

2. Использование единой нормы $E_{\text{нп}} = 0,08$ для дисконтирования всех видов средств (расходов и доходов), а также для всего периода оценки природного ресурса искажает представление о сравнительной народнохозяйственной ценности месторождений.

3. Темпы дисконтирования кругооборотного эффекта должны дифференцироваться по видам средств (капитальным вложениям, прибыли и амортизационным отчислениям), а также по отраслям минерального сырья и периодам оценки месторождений.

4. Основными параметрами, определяющими темпы народнохозяйственного кругооборота средств, являются: норма производственного накопления, коэффициент абсолютной экономической эффективности капитальных вложений, среднеотраслевой срок службы основных производственных фондов по амортизации, нормативная длительность лага по эффекту и амортизации.

Для расчетов показателя R_p наряду с выбором метода дисконтирования очень важное значение имеет обоснование момента приведения различных средств. От момента, к которому приводится величина главного показателя экономической оценки месторождения R_p , существенно изменяется представление о народнохозяйственной ценности разведанных запасов полезных ископаемых. Во «Временной типовой методике...» такими моментами следует считать начало очередного пятилетнего плана, начало строительства горнодобывающего предприятия, год ввода его в действие, год достижения проектной мощности и т. д.

Продолжая исследования в этом направлении, Т. И. Пулик рассматривает весь период времени от начала разведки месторождения до конца его отработки как процесс воспроизводства минерального сырья (в экономическом понимании). Он состоит из отдельных циклов, характеризующихся своими целями, задачами, содержанием, временем протекания и технико-экономическими показателями.

В общем случае время протекания процесса воспроизводства минерального сырья ($t_{\text{ц}}$) складывается, по А. С. Астахову [5], (рис. 2) из времени проведения геологоразведочных работ ($t_{\text{гр}}$), проектирования промышленного комплекса на месторождении ($t_{\text{пр}}$), строительства этого комплекса ($t_{\text{с}}$), освоения запроектированной мощности ($t_{\text{ос}}$), нормальной эксплуатации месторождения ($t_{\text{н}}$), угасания отработки месторождения ($t_{\text{вр}}$). Перечисленные циклы можно представить двумя периодами, из которых первый включает предпроизводственные затраты времени ($t_{\text{пп}}$), а второй — продолжительность самого производственного процесса ($t_{\text{п}}$). Предпроизводственные затраты времени охватывают время от начала геологоразведочных работ на месторождении до момента ввода его в эксплуатацию ($t_{\text{пп}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{с}}$). Производственные затраты времени начинаются с момента ввода природного

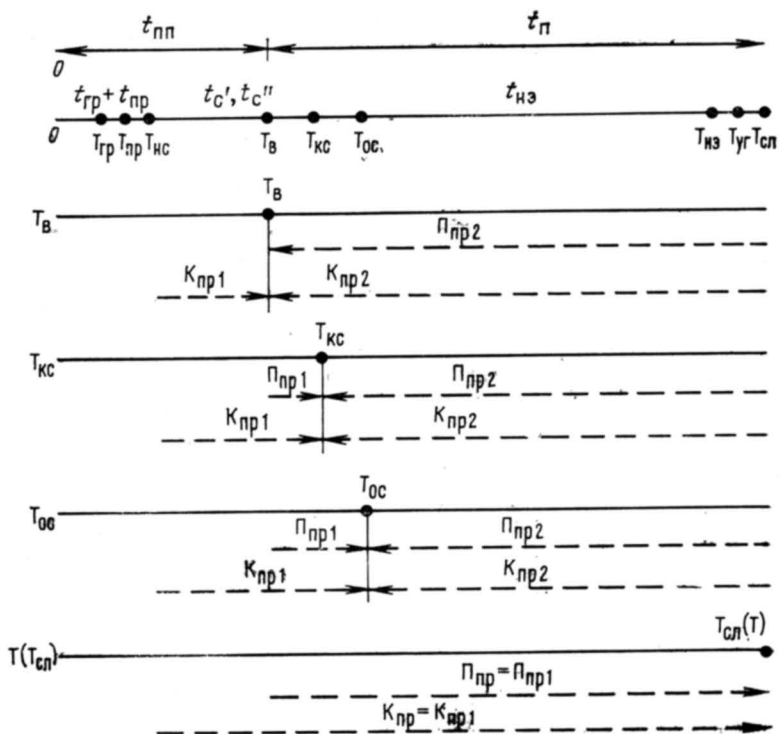


Рис. 2. Приведенные по фактору времени капитальных вложений и доходов на различные моменты:

$T_{в}$ — ввод объекта в эксплуатацию; $T_{кс}$ — окончание строительства объекта; $T_{ос}$ — освоение запроецированной мощности на объекте; $T_{(Тсл)}$ — окончание срока службы объекта (конечного оценочного периода); $П_{np1}$, $П_{np2}$ — предстоящий суммарный дисконтированный доход, получаемый соответственно до и после момента приведения; K_{np1} , K_{np2} — предстоящие суммарные дисконтированные капитальные вложения на освоение месторождения, осуществляемые соответственно до и после момента приведения; t — период времени; np — предпроизводственный, p — производственный, $гр$ — геологоразведочных работ, $пр$ — проектирования объекта c' и c'' — строительства объекта, относящийся соответственно к предпроизводственному и производственному периодам, $ос$ — освоения запроецированной мощности, $нз$ — нормальной эксплуатации месторождения, $ур$ — угасания (отработки) месторождения; T — критические точки производственного процесса; $гр$ — окончания разведки, $пр$ — окончания проектирования, $нс$ — начала строительства объекта; $в$ — ввода объекта в эксплуатацию, $кс$ — окончания строительства, $ос$ — освоения проектной мощности, $сл$ — завершения срока службы объекта; точками даны возможные моменты приведения показателя R_p . Стрелки указывают направления приведения по фактору времени капитальных затрат и получаемых доходов

ресурса в эксплуатацию и заканчиваются полной отработкой месторождения ($t_p = t_c'' + t_{ос} + t_{нз} + t_{ур}$). Выделенные на оси времени критические точки $T_{нс}$, $T_{в}$, $T_{кс}$, $T_{ос}$ и $T_{сл}$ характеризуют переломные моменты процесса воспроизводства и разделяют его на вышеуказанные циклы.

С учетом указанных двух периодов процесса воспроизводства (t_{np} и t_p) и их особенностей Т. И. Пулик рассматривает показатель

денежной оценки месторождения $R_p = \sum_{t=1}^T \frac{Z_t - S_t}{(1 + E_{nn})^t}$, определяемый

по формуле (14). Если из составляющей S_t выделить в самостоятельную величину капитальные вложения на освоение месторождения K_t , значение R_p в общем виде можно представить как $R_p = \Pi_{пр} - K_{пр}$, где $\Pi_{пр}$ и $K_{пр}$ — соответственно величина доходов от эксплуатации месторождения и величина капитальных вложений на его освоение, приведенные к моменту оценки.

Денежное выражение R_p можно привести таким образом к любому моменту оценки месторождения. При этом важно учитывать следующее.

1. Дисконтированию подлежат одновременно как капитальные затраты, так и получаемые доходы. Только в этом случае будет соблюдено правило сопоставимости отдельных составных частей формулы.

2. Капитальные затраты и доходы разных лет должны приводиться к одному моменту времени. Приведение разновременных капитальных затрат и доходов к единому сроку объективно отражает их народнохозяйственную неравноценность и делает соизмеримыми.

3. Учету подлежат только предстоящие с момента оценки затраты и доходы; прошлые, осуществленные до момента оценки, затраты не учитываются. Поэтому в оценках природного ресурса в более поздние периоды часть затрат в расчет не принимается.

При оценке месторождений по результатам предварительной или детальной разведки (в предпроизводственный период) возникает необходимость в учете всех доходов и капитальных затрат, связанных с эксплуатацией месторождения. По отношению к моменту оценки все затраты и доходы оцениваемого периода ($T_{ис} \div T_{с.л}$), связанные с освоением и эксплуатацией всех запасов месторождения, являются предстоящими. В этом случае значение R_p должно определяться по выражению

$$R_p = \Pi_{пр1} + \Pi_{пр2} - K_{пр1} - K_{пр2},$$

где $\Pi_{пр1}$ и $\Pi_{пр2}$ — суммарные дисконтированные доходы, получаемые соответственно до и после момента приведения; $K_{пр1}$ и $K_{пр2}$ — суммарные дисконтированные капиталовложения на освоение месторождения, осуществляемые соответственно до и после момента приведения.

Варианты расчета отдельных составляющих основной формулы экономической оценки месторождений (14) на различные моменты приведения по фактору времени показаны в табл. 20.

Дисконтирование капитальных вложений и доходов согласно выражению $R_p = \Pi_{пр1} + \Pi_{пр2} - K_{пр1} - K_{пр2}$ позволяет наиболее правильно подойти к экономическому содержанию отдельных составляющих показателя R_p . Государство, выделяя капитальные вложения

на освоение месторождения $\sum_{t_{пр}=1}^{T_B} K_{t_{пр}} + \sum_{t_{пр}=0}^{T_{кс}} K_{t_{пр}}$ и капитальные вложения в период его разработки $\sum_{t_{пр}=T_{кс}}^{T_{с.л}} K'_{t_{пр}}$, получает от

Значение составляющих показателя экономической оценки месторождения (R_p) в зависимости от моментов приведения ее по фактору времени. По Т. И. Пулик

Момент приведения R_p по фактору времени	Составляющие R_p на различные моменты приведения их по фактору времени			
	$\Pi_{пр}$	$\Pi_{пр2}$	$K_{пр1}$	$K_{пр2}$
Ввод объекта в эксплуатацию (T_B)	0	$\sum_{t_n=1}^{T_{сл}} \frac{Z_{t_n} - C_{t_n}}{(1 + E_{нп})^{t_n}}$	$\sum_{t_{нп}=T_{не}}^{T_{B-1}} K_{t_{нп}} (1 + E_{нп})^{T_B - t_{нп}}$	$\sum_{t_n=1}^{T_{сл}} \frac{K_{t_n}}{(1 + E_{нп})^{t_n}}$
Завершение строительства объекта ($T_{кс}$)	$\sum_{t_n=1}^{T_{кс}} (Z_{t_n} - C_{t_n}) \times (1 + E_{нп})^{T_{кс} - t_n}$	$\sum_{t_n=1}^{T_{сл}} \frac{Z_{t_n} - C_{t_n}}{(1 + E_{нп})^{t_n}}$	$\sum_{t_{нп}=T_{не}}^{T_{B-1}} K_{t_{нп}} (1 + E_{нп})^{T_{кс} - t_{нп}} + \sum_{t_n=1}^{T_{кс}} K_{t_n} (1 + E_{нп})^{T_{кс} - t_n}$	$\sum_{t_n=T_{кс}+1}^{T_{сл}} \frac{K_{t_n}}{(1 + E_{нп})^{t_n}}$
Освоение проектной мощности ($T_{ос}$)	$\sum_{t_n=1}^{T_{ос}} (Z_{t_n} - C_{t_n}) \times (1 + E_{нп})^{T_{ос} - t_n}$	$\sum_{t_n=1}^{T_{сл}} \frac{Z_{t_n} - C_{t_n}}{(1 + E_{нп})^{t_n}}$	$\sum_{t_{нп}=T_{не}}^{T_{B-1}} K_{t_{нп}} (1 + E_{нп})^{T_{ос} - t_{нп}} + \sum_{t_n=1}^{T_{ос}} K_{t_n} (1 + E_{нп})^{T_{ос} - t_n}$	$\sum_{t_n=T_{ос}+1}^{T_{сл}} \frac{K_{t_n}}{(1 + E_{нп})^{t_n}}$
Завершение периода оценки (срока службы) объекта ($T_{сл}$)	$\sum_{t_n=1}^{T_{сл}} (Z_{t_n} - C_{t_n}) \times (1 + E_{нп})^{T_{сл} - t_n}$	0	$\sum_{t_{нп}=T_{не}}^{T_{B-1}} K_{t_{нп}} (1 + E_{нп})^{T_{сл} - t_{нп}} + \sum_{t_n=1}^{T_{сл}} K_{t_n} (1 + E_{нп})^{T_{сл} - t_n}$	0

эксплуатации объекта прямой $\left(\Theta = \sum_{t_n=1}^{T_{\text{сл}}} \Pi_{t_n} + \sum_{t_n=1}^{T_{\text{сл}}} a_{t_n} \right)$ плюс

кругооборотный (ΘB_t) эффекты. Одновременно оно лишается возможности получить тот альтернативный народнохозяйственный эффект (также прямой плюс кругооборотный), который данные вложения принесли бы ему на других объектах, обеспечивающих нормативный уровень эффективности. В этой связи применение коэффициентов кругооборотного эффекта $B_t = (1 + E_{\text{ин}})^{T-t}$ для дисконтирования капитальных вложений на оцениваемом месторождении и позволяет характеризовать величину того нормативного эффекта с рубля вложений $K_{t_{\text{нп}}}$, $K_{t_{\text{п}}}$ и $K'_{t_{\text{п}}}$, который накапливается за период оценки природного ресурса. Поэтому приведенные капитальные вложения в выражении $R_p = \Pi_{\text{пр1}} + \Pi_{\text{пр2}} - K_{\text{пр1}} - K_{\text{пр2}}$ по своему экономическому содержанию являются не собственно капитальными вложениями, а их нормативной отдачей, тем альтернативным народнохозяйственным эффектом, который должен быть получен от использования этих вложений на оцениваемом месторождении в течение периода его эксплуатации $T_{\text{ис}} \div T_{\text{сл}} (T)$.

Сумма же двух других составляющих $R_p - (\Pi_{\text{пр1}} + \Pi_{\text{пр2}})$ — отражает дисконтированный доход к тому же (что и капитальные вложения) моменту; он складывается из прибыли (при оценке по оптовым ценам) и амортизационных отчислений на реновацию, накопленных за период эксплуатации месторождения (с учетом сроков их поступления).

Проведенные Т. И. Пулик исследования по выбору момента приведения показателя экономической оценки месторождения R_p , в котором природный ресурс характеризуется наиболее полно, позволили ей сделать следующие выводы.

1. Начальным моментом приведения капитальных вложений на освоение месторождения следует считать год начала строительства предприятия, а для получаемых доходов — год ввода месторождения в эксплуатацию.

2. Экономическая оценка месторождения по показателю R_p может осуществляться только в производственный период, начиная с года ввода месторождения в эксплуатацию.

3. При оценках месторождений в предпроизводственный период (по результатам геологоразведочных работ) необходимо учитывать все суммарные приведенные доходы — прибыль и амортизационные отчисления на реновацию основных фондов ($\Pi_{\text{пр1}} + \Pi_{\text{пр2}}$), а также суммарные приведенные капитальные вложения ($K_{\text{пр1}} + K_{\text{пр2}}$), полученные и осуществленные до и после момента их приведения.

4. Приведенные капитальные вложения $K_{\text{пр1}}$ и $K_{\text{пр2}}$ по своему экономическому содержанию рассматриваются в показателе R_p не собственно капитальными вложениями, а их нормативной отдачей, т. е. альтернативным народнохозяйственным эффектом от использования этих вложений в течение периода оценки природного ресурса ($T_{\text{ис}} \div T_{\text{сл}}$). В таком случае показатель экономиче-

ской оценки месторождения R_p отражает сверхнормативный народнохозяйственный эффект от эксплуатации природного ресурса.

5. Максимальное значение R_p с учетом всех доходов и затрат достигается в момент завершения срока службы объекта (или окончания периода оценки). Показатель R_p в этом случае наиболее полно и правильно отражает ожидаемый народнохозяйственный эффект от использования запасов оцениваемого месторождения в течение периода оценки. При выборе наилучшего природного ресурса этот период должен быть единым для всех сравниваемых месторождений. Такой подход обеспечивает сопоставимость народнохозяйственных эффектов, получаемых от эксплуатации объектов, различающихся периодами обработки их запасов.

Глава 6

Кондиции к подсчету запасов полезных ископаемых

Оценка объектов геологоразведочных работ с учетом требований горной технологии

С того момента, как минерализованные участки недр становятся объектами геологоразведочных работ, возникает необходимость их изучения и оценки не только как природных геологических образований, но и как полезных ископаемых — потенциальных источников минерального сырья для удовлетворения потребностей народного хозяйства. В процессе геолого-экономической оценки природных минеральных скоплений они рассматриваются не только как творения природы, но и как продукты общественного труда, поскольку их выявление и оценка требуют больших или меньших трудовых и материальных затрат. Вследствие специфических особенностей недр, как объектов исследований, труд геологов не всегда приводит к желаемому конечному результату. Однако по завершении полного комплекса геологоразведочных работ на промышленно-ценных объектах он получает материальную оценку, овеществляясь в разведанных и оцененных запасах полезного ископаемого.

При передаче горнодобывающим отраслям разведанные запасы полезных ископаемых становятся предметами их труда; после добычи из недр они считаются минеральным сырьем, удовлетворяющим потребности общества. Однако, находясь еще в недрах земли, разведанные запасы приобретают свойства товара, своеобразная особенность которого состоит в том, что разведанные ресурсы не являются внешним предметом, они не осязаемы для человека, как все другие товары. Они представляют собой «потенциальный товар», реальным же товаром они становятся только после добычи их из недр. Стоимость запасов полезных ископаемых, признанных годными к эксплуатации, складывается из общественно необходимых затрат на их выявление и разведку и того дифференциального горного дохода (горной ренты), который можно

получить с конкретного объекта. Доля дифференциального горного дохода в стоимости разведанных запасов тем больше, чем лучше качество и технологические свойства полезного ископаемого, больше его запасы, благоприятней условия разработки и географо-экономические условия месторождения.

Представления о запасах и качестве минеральных скоплений в недрах зависят не только от их природных особенностей, но также и от требований производства. Это связано с тем, что естественные геологические границы минеральных образований далеко не всегда совпадают с границами их промышленно-ценных участков, а часто вообще отсутствуют. В таких случаях размеры, форма и границы промышленно-ценных участков определяются по совокупности горно-экономических критериев и, как правило, не совпадают с морфологическими особенностями и границами природных минеральных скоплений. Представления о строении минеральных образований зависят и от того, с какой детальностью изучен объект, а детальность, в свою очередь, также определяется требованиями горного производства. Например, серия сближенных жильных образований может рассматриваться как группа отдельных рудных тел, если отработка каждой жилы намечается самостоятельной системой горных выработок или как единая штокеркоподобная залежь с прерывистым оруденением, если ее разработка проектируется карьером.

Средние содержания полезных компонентов оцениваются по отношению к некоторым, конкретным объемам полезных ископаемых и зависят от размеров блоков, к которым они относятся. С изменением размеров блоков и объемов полезных ископаемых будут изменяться и средние содержания компонентов в них, а следовательно, и представления об изменчивости содержаний в недрах. Таким образом, условия разработки полезных ископаемых наряду с природными условиями оказывают решающее влияние на представления об объекте разведочных работ, о морфологических особенностях и строении промышленно-ценных участков полезных ископаемых, а также характеристики наблюдаемой изменчивости их геологоразведочных параметров.

При выделении промышленно-ценных участков полезных ископаемых возникают различные варианты их оконтуривания — по совокупности геологических границ или по комплексу геолого-экономических условий, например, по заданным предельным содержаниям, по максимально допустимым размерам участков пустых или некондиционных минерализованных пород, включаемых в промышленный контур на разубоживание, по предельным (рабочим) мощностям тел полезных ископаемых, соответствующим значениям предельных линейных запасов, и т. п.

Выбор оптимальных геолого-экономических параметров оконтуривания полезных ископаемых представляет собой сложную геолого-горно-экономическую задачу. При ее решении должны устанавливаться такие контуры промышленных участков, которые наиболее полно учитывают природные особенности полезных иско-

паемых, способствуют максимальной эффективности использования недр и в то же время обеспечивают оптимальные условия разработки и переработки полезного ископаемого. Хотя морфологические особенности и строение полезных ископаемых предопределяются их природными свойствами, конкретные их формы и размеры определяются выбранным вариантом оконтуривания запасов.

При оконтуривании минеральных скоплений с прерывистым строением или групп мелких разобщенных скоплений они объединяются в единые зоны или залежи, а представления о степени их прерывистости зависят от масштабов изучения, масштабов и технологических условий проектируемого горного производства, в частности, от размеров забоев горных выработок и объемов селекции полезных ископаемых при добыче. Представления о свойствах полезных ископаемых, их масштабах, качестве, морфологии и строении изменяются и в зависимости от степени детальности их геологического изучения, т. е. при переходе от одной стадии геологоразведочных работ к другой. Требования промышленности к качеству полезных ископаемых, технологическим свойствам минерального сырья и горно-технологическим условиям разработки месторождений устанавливаются промышленностью для каждого вида минерального сырья. При этом учитываются возможности минерально-сырьевой базы страны, современное состояние и перспективы развития технологии разработки полезных ископаемых и переработки минерального сырья. В них учитываются природные и технологические типы минерального сырья, их сорта, предельно допустимые содержания полезных и вредных компонентов и другие специфические требования, определяющие особенности добычи, переработки и использования данного вида минерального сырья. Требования к технологическим типам и сортам минерального сырья устанавливаются по каждой отрасли в целом с учетом действующих оптовых цен, экономики и развития перспектив добывающих и перерабатывающих предприятий.

В отличие от требований промышленности к подсчету запасов и оценке прогнозных ресурсов полезных ископаемых, а также к качеству полезных ископаемых и технологическим свойствам минерального сырья учитывают не только состояние и экономику отрасли, но и природные особенности оцениваемого объекта, определяющие масштабы запасов и ресурсов, качество полезного ископаемого, его технологические свойства, горно-технологические условия эксплуатации месторождений и их географо-экономическое положение. Поэтому *кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность экономически обоснованных требований к качеству и количеству полезного ископаемого в недрах конкретного месторождения, к горно-технологическим условиям его разработки и переработки.* Кондиции к оценке прогнозных ресурсов могут относиться к недрам не только конкретных месторождений, но и более крупных таксономических единиц (рудных полей, узлов и районов). Соблюдение требований кондиций создает возможность для оконтуривания и геолого-экономической оценки промышленно-

ценных запасов и ресурсов минерального сырья с разделением их на балансовые и забалансовые.

Кондиции не характеризуют оптимальных горно-геологических условий месторождений, так как не содержат характеристик среднего качества полезного ископаемого. Ими определяются только предельные значения важнейших горно-геологических параметров, при которых еще обеспечивается экономическая целесообразность разработки месторождения или его участка.

Геологическое и технико-экономическое обоснование кондиций — сложная и многомерная задача, решение которой требует учета взаимосвязей различных горно-геологических и технико-экономических параметров для выявления оптимального варианта оконтуривания и геолого-экономической оценки месторождения. При использовании действующих методических указаний к разработке кондиций приходится оперировать многими взаимосвязанными кондиционными параметрами, что приводит к избылиуму конкурирующих вариантов и практически исключает возможность их полного пересмотра и сравнения.

Действующие методические указания по выбору и обоснованию кондиций

Кондиции к оценке прогнозных ресурсов или подсчету запасов полезных ископаемых устанавливаются для каждой стадии геологоразведочных работ. Для оценки прогнозных ресурсов по результатам поисковых и поисково-оценочных работ используются так называемые «браковочные» (оценочные) кондиции, устанавливающие общие ориентиры для определения минимальных требований промышленности к искомым источникам минерального сырья. На стадии предварительной разведки разрабатываются временные кондиции, определяющие комплекс наиболее общих кондиционных параметров для правильной геолого-экономической оценки предварительно разведанных запасов месторождения в целом. К подсчету запасов детально разведанных месторождений разрабатываются и утверждаются кондиции, обеспечивающие геолого-экономическую оценку разведанных запасов минерального сырья не только по месторождению в целом, но и по рудным телам и подсчетным блокам. На действующих горных предприятиях в процессе разработки месторождений устанавливаются эксплуатационные кондиции, которые используются для определения промышленной ценности отдельных выемочных участков и добытого полезного ископаемого. Как правило, кондиции служат не более 5—10 лет, после чего они подлежат пересмотру. Это связано с изменением горно-геологических условий месторождений, прогрессом в технике и технологии добычи и переработки полезных ископаемых, а также с экономическими условиями развития соответствующих отраслей в каждый конкретный период времени.

Методика составления и расчета оценочных (браковочных) кондиций для оценки возможного про-

мышленного значения проявлений полезных ископаемых на стадиях поисковых и поисково-оценочных работ разработана под руководством Н. А. Хрущева [47, 49]. Браковочные кондиции рассматриваются для потенциальных, еще не открытых месторождений и служат общими ориентирами для определения минимальных требований промышленности к искомым источникам минерального сырья. В основу браковочных кондиций принимается принцип безубыточной разработки искоемых месторождений, т. е. равенство ценности продукции, извлекаемой из единицы запасов руд в недрах, и затрат на получение этой продукции.

Для обоснования кондиций по результатам поисково-оценочных работ большое внимание уделяется определению ценности товарного продукта, производимого из полезного ископаемого. При этом ценность должна быть поставлена в зависимость от степени удовлетворения потребностей общества в конкретном виде минерального сырья.

Если минеральное сырье дефицитно, то ценность товарного продукта определяется по уровню максимально допустимых предельных (замыкающих) затрат. При избытке в стране разведанных запасов какого-либо минерального сырья товарная продукция оценивается по цене производства на месторождении с ~~учетом~~ *природными условиями*. При нормальных условиях удовлетворения потребностей в минеральном сырье товарная продукция рассчитывается в действующих оптовых ценах.

Ценность товарной продукции по результатам любой стадии геологоразведочных работ, в том числе и поисково-оценочных для определения минимального промышленного содержания полезного компонента в полезном ископаемом, должна определяться по предельным (замыкающим) затратам. Только при таком подходе наиболее правильно решается задача рационального использования природных ресурсов.

Важнейшим параметром браковочных кондиций является предельное содержание полезного компонента (комплекса полезных компонентов), отнесенное ко всему объему месторождения, в зависимости от ожидаемых вероятных запасов полезного ископаемого. При расчетах предельно допустимых содержаний полезных компонентов учитываются вероятные способы разработки месторождений, ожидаемые коэффициенты рудоносности вскрыши, мощности и углы падений залежей полезных ископаемых. Расчеты проводятся для «нормализованных» (средних по отрасли) горно-геологических и географо-экономических условий с последующим введением поправочных коэффициентов к содержаниям полезных компонентов и общим запасам полезных ископаемых за отклонения условий оцениваемого потенциального месторождения от «нормализованных» [28, 47].

Временные кондиции разрабатываются по результатам предварительных разведочных работ для подсчета предварительно оцененных запасов, определения экономической целесообразности и сроков промышленного освоения месторождения. При

обосновании временных кондиций учитываются способ вскрытия и наиболее вероятные системы разработки месторождения, масштабы добычи (годовые производственные мощности горных предприятий), технологические схемы переработки минерального сырья и ожидаемого качества продукции. В связи с ограниченностью сведений о геологическом строении месторождения, условиях залегания, морфологии и строении отдельных залежей полезных ископаемых число кондиционных параметров обычно невелико. Важнейшим, обобщающим параметром временных кондиций является *минимальное промышленное содержание полезного компонента* (комплекса полезных компонентов) на участок месторождения или на подсчетный блок, размеры которого не ограничиваются. На месторождениях сложного геологического строения в контурах подсчетных блоков часто объединяются группы сближенных рудных залежей. Минимальное промышленное содержание полезного компонента определяется расчетным путем. Оно должно обеспечивать возмещение всех затрат на получение товарной продукции при нулевой рентабельности эксплуатации запасов, заключенных в подсчетном блоке.

Помимо минимального промышленного содержания, к качеству полезного ископаемого в объеме подсчетного блока могут предъявляться требования, определяющие максимально допустимые содержания вредных примесей, перечень подлежащих учету сопутствующих компонентов и технологические типы минерального сырья.

В качестве важнейших кондиционных параметров к оконтуриванию запасов чаще всего используются: бортовые содержания полезных компонентов (или их комплексов) в пробах, включаемых в контуры промышленной минерализации, максимально допустимые мощности участков пустых пород или некондиционных полезных ископаемых для включения их в промышленные контуры на разубоживание полезного ископаемого, рабочие мощности и соответствующие им предельные значения линейных запасов.

Из кондиционных параметров, определяющих горно-технологические условия разработки месторождения, чаще всего используют допустимые глубины разработки месторождения открытым способом и предельные коэффициенты вскрыши, реже — минимальные запасы полезных ископаемых в подсчетных блоках в объеме всего месторождения или специальные ограничения неблагоприятных горно-технических факторов (например, максимально допустимые водопритоки).

Временные кондиции призваны обеспечить правильное оконтуривание балансовых и забалансовых запасов месторождения в целом, по данным редкой сети предварительных разведочных работ без их детализации по отдельным залежам. Поэтому параметры временных кондиций относятся к достаточно крупным минерализованным объемам недр, а их число предельно ограничено.

Кондиции составляются по результатам детальной разведки месторождений или их участков; они обеспечивают правильную оценку запасов полезных ископаемых месторождений, передаваем

мых в промышленное освоение. В качестве обобщающего параметра кондиций используется также минимальное промышленное содержание полезного компонента (или комплекса полезных компонентов, выраженных в условных единицах основного компонента) в объеме подсчетного блока. В отличие от предварительных кондиций предельные размеры подсчетных блоков, как правило, ограничиваются объемами полугодовой — годовой производительности проектируемого горного предприятия по руде (массе полезного ископаемого). Число дополнительных кондиционных параметров, в зависимости от сложности строения и состава месторождения, может достигать 10 и более. К дополнительным параметрам, лимитирующим качество запасов, относятся: максимально допустимое содержание вредных примесей, требования к выделению при подсчетах запасов технологических типов и сортов минерального сырья, а иногда и минимальный выход основного сорта сырья, коэффициенты для приведения содержаний ценных компонентов к условным содержаниям основного, а для отдельных видов нерудного сырья — требования к минеральному и химическому составу и физико-механическим свойствам полезного ископаемого, в соответствии с действующими ГОСТами и ТУ.

Дополнительные кондиционные параметры для оконтуривания залежей полезных ископаемых включают: бортовые содержания полезных компонентов (или единиц условного основного компонента) для оконтуривания балансовых и забалансовых запасов по мощности, минимальные содержания полезных компонентов по пересечению, рабочие мощности и соответствующие им предельные линейные запасы, максимально допустимые мощности участков пустых пород или некондиционных полезных ископаемых в промышленных контурах, предельные коэффициенты рудоносности в подсчетных блоках, предельные запасы полезных ископаемых и предельные размеры подсчетных блоков.

К числу дополнительных горно-технологических параметров кондиций относятся: максимальные глубины подсчетов запасов, предельные коэффициенты вскрыши, горнотехнические условия рентабельной отработки сопутствующих компонентов и совместно залегающих полезных ископаемых при подсчете их балансовых запасов. Число и виды дополнительных параметров кондиций устанавливаются в зависимости от сложности строения месторождения, условий его разработки, состава и технологических свойств полезных ископаемых с учетом требований промышленности к данному виду минерального сырья.

При определении кондиций учитываются требования комплексного всестороннего и рационального использования недр и условия для дальнейшего повышения эффективности общественного производства при соблюдении норм безопасного ведения работ и охраны окружающей природы.

Эксплуатационные кондиции устанавливаются по результатам эксплуатационной разведки для определения промышленной ценности (геолого-экономической оценки) запасов

отдельных выемочных участков разрабатываемых месторождений (этажей, подэтажей, изолированных залежей, эксплуатационных уступов, блоков, панелей, заходок и их отдельных участков, а также добытого полезного ископаемого).

Необходимость разработки эксплуатационных кондиций в дополнение к постоянным возникает в связи с тем, что параметры постоянных кондиций, рассчитанные на основе средневзвешенных горно-геологических, технологических и экономических характеристик по всему месторождению (или его участку) в целом, не отражают изменчивости условий залегания полезного ископаемого и его вещественного состава в контурах конкретных эксплуатационных участков и блоков, намечаемых к отработке в процессе текущего и оперативного планирования.

В процессе разработки месторождения возникает необходимость в переоценке запасов тех выемочных участков, которые не отвечают параметрам «постоянных кондиций», а также участков, условия добычи и переработки которых отличаются от условий, принятых при обосновании постоянных кондиций.

Важнейшим параметром эксплуатационных кондиций является минимальное промышленное содержание полезных компонентов в объеме выемочного участка, при котором извлекаемая ценность содержащихся в нем запасов окупает все предстоящие затраты на их добычу и переработку. К числу важнейших дополнительных параметров эксплуатационных кондиций относятся бортовое содержание, максимальные мощности пустых прослоев и предельно допустимые содержания вредных компонентов. В зависимости от горно-геологических условий конкретного выемочного участка предстоящие затраты на добычу и переработку содержащихся в нем запасов могут оказаться больше или меньше средней себестоимости добычи и переработки. В связи с этим минимальное промышленное содержание полезных компонентов может быть ниже, равно или больше промминимума прежних кондиций по месторождению. Аналогичные колебания могут испытывать и значения дополнительных кондиционных параметров, однако в большинстве случаев они оказываются заметно ниже соответствующих параметров прежних кондиций, что обеспечивает возможность промышленного использования большего или меньшего числа участков, запасы которых учитывались ранее как забалансовые (или вообще не учитывались).

Параметры кондиций взаимно влияют друг на друга. Изменение любого из них приводит к изменению качества и запасов минерального сырья в недрах, а также возможных способов и систем разработки полезных ископаемых.

В современной горнорудной практике расчет минимальных промышленных содержаний и других параметров кондиций производится упрощенными аналитическими, графическими или вариантными методами. В простейших случаях, особенно на ранних стадиях геологоразведочных работ, они принимаются по аналогии с действующими горнодобывающими предприятиями. В более

сложных случаях расчет кондиций производится методами вариантов, при которых значения отдельных дополнительных параметров последовательно изменяются, а выбор оптимальных значений производится путем сравнения технико-экономических показателей работы будущего предприятия по различным вариантам.

Как правило, вначале уточняются и устанавливаются дополнительные кондиции к качеству полезного ископаемого, а затем, с учетом природных особенностей месторождения, производится многовариантное оконтуривание запасов с оценками вероятных масштабов горных предприятий и минимальных промышленных содержаний полезных компонентов по каждому из вариантов. При наличии четких геологических границ между телами полезных ископаемых и вмещающими породами эта задача решается более или менее однозначно, а при нечетких границах и малых размерах технологически сплошных скоплений полезных ископаемых возникает множество вариантов оконтуривания с использованием различных бортовых содержаний, рабочих мощностей, мощностей участков пустых пород, предельных содержаний по разведочному пересечению с применением коэффициентов рудоносности или без них. В зависимости от сложности строения месторождений, масштабов объектов оценки и других причин число таких вариантов может достигать многих десятков.

После установления контуров балансовых (и забалансовых) запасов, по каждому из конкурирующих вариантов оцениваются горно-геологические условия разработки месторождения, устанавливаются наиболее рациональные способы и системы разработки, вероятные уровни потерь и разубоживания полезного ископаемого при добыче и переработке, ожидаемая производительность предприятия и другие технико-экономические показатели его работы [31].

С учетом полученных технико-экономических показателей и действующих цен на продукцию предприятия для каждого конкурирующего варианта рассчитывается обобщающий параметр кондиций — минимальное промышленное содержание. Полученные варианты кондиций сравниваются по эффективности эксплуатации месторождения и эффективности капитальных вложений. В результате сравнения выбирается оптимальный вариант кондиций — минимальное промышленное содержание и соответствующие ему дополнительные кондиционные параметры.

Современные представления о предельно допустимых содержаниях полезных компонентов

Вопрос об использовании предельно допустимых содержаний полезных компонентов при обосновании кондиций дискуSSIONируется уже более полувека, однако до сих пор не установлено даже единого понимания терминов бортовое и минимальное промышленное содержание. Большинство исследователей понимают под бортовым содержанием предельное содержание в пробе, при котором она

еще может быть включена в промышленный контур, однако существуют мнения, что бортовым содержанием следует называть предельные содержания в краевых участках (Д. М. Павленко), крайних блоках (Н. В. Володомононов) и других объемах недр. Под минимальным промышленным содержанием обычно понимают минимально допустимое содержание полезного компонента в подсчетном блоке, при котором запасы этого блока могут еще учитываться как балансовые, хотя допускается применение понятия минимального промышленного содержания и к группе блоков или в целом к небольшому месторождению [31].

Еще больше разногласий существует по поводу применения этих параметров при подсчетах запасов. Одни исследователи (Н. В. Володомононов, П. Л. Каллистов, М. К. Чехович, А. М. Марголин, А. Я. Кац и др.) убеждены, что для этих целей достаточно установить только одно — бортовое (или минимально промышленное) содержание, другие же (А. П. Прокофьев, Т. А. Гатов, В. В. Померанцев, Г. Г. Гудалин, Д. М. Рура и др.) считают, что необходимо применять оба параметра одновременно. Известны предложения и о целесообразности использования еще большего числа кондиционных лимитов, ограничивающих содержание полезных ископаемых в различных объемах недр. Например, минимальное содержание полезного компонента по разведочному пересечению полезного ископаемого [12] или минимальное среднее содержание по месторождению [1]. Разногласия возникали и по поводу экономического обоснования обоих параметров. Так, например, для обоснования минимального промышленного содержания предлагалось использовать действующие цены с учетом всех видов затрат, связанных с добычей и переработкой минерального сырья, а для обоснования бортового содержания — ограничиться неполными затратами или использовать особые, предельно допустимые цены (С. Я. Рачковский, Д. М. Павленко, Т. А. Гатов и др.). В ходе этих дискуссий часто не обращалось внимание на то, что понятие о содержании полезного компонента имеет реальный смысл только в тех случаях, когда четко определен объем недр, к которому оно относится.

Определяющим параметром кондиций является минимальное промышленное содержание полезного компонента в технологически обоснованном объеме недр. В зависимости от детальности разведочных работ и проектируемых условий разработки месторождения это может быть объем селекции полезного ископаемого при добыче, объем эксплуатационного или подсчетного блока, всего месторождения или его участка. Чем плотнее сеть разведочных пересечений, тем меньшие объемы недр могут быть уверенно выделены и оценены с позиций их соответствия требованиям минимального промышленного содержания. Поэтому с возрастанием детальности разведочных работ минимальные промышленные содержания полезных компонентов последовательно относятся ко все уменьшающимся объемам недр — от объема всего месторождения на стадии поисково-оценочных работ до объема эксплуата-

ционного блока, заходки или объема селекции полезного ископаемого — на стадии эксплуатационной разведки. Независимо от размеров, каждый объем недр, который оценивается по минимальному промышленному содержанию, должен иметь четкое горно-технологическое назначение и конкретный технологический смысл, поскольку лишь в этом случае правомерно технико-экономическое обоснование величины минимального промышленного содержания полезного компонента по принципу нулевой рентабельности.

При распространении значений минимальных промышленных содержаний на блоки крупных размеров их следует рассматривать как минимально средние промышленные содержания, так как из-за природной неравномерности размещения рудных концентраций в каждом таком блоке участки с более высокими содержаниями будут чередоваться с участками более низких содержаний полезного компонента по сравнению с минимальным промышленным. Чем больше будут объемы оцениваемых блоков и неравномернее размещение полезного компонента в них, тем выше окажется дисперсия содержаний полезного компонента по элементарным участкам блока и тем больше будет вероятность появления в его объеме значительного числа элементарных участков с содержаниями полезного ископаемого ниже минимального промышленного.

Для того чтобы ограничить разубоживающее влияние подобных участков, многие исследователи предлагают использовать еще один кондиционный параметр, определяющий предельно допустимое содержание полезного компонента в элементарно малом объеме недр, которое получило название бортового содержания. Бортовое содержание относится к объему единичной пробы и не имеет поэтому четкого горно-технологического обоснования. В процессе разведки месторождений формы, размеры и объемы отбираемых проб могут изменяться в зависимости от целей и задач опробования.

С позиций горной технологии объемы проб представляют собой пренебрежимо малые объемы недр, в связи с чем бортовое содержание не может быть обосновано технико-экономическими расчетами. Вопреки широко распространенному мнению об универсальности бортового содержания, как кондиционного параметра для оконтуривания месторождений с нечеткими геологическими контактами, оно применимо далеко не во всех случаях. Если залежи полезных ископаемых обладают нечеткими, но плавными и постепенными переходами во вмещающие породы, то, во избежание разубоживания запасов заведомо некондиционными рудами, их оконтуривание следует проводить не по бортовому, а по минимальному промышленному содержанию (рис. 3, а).

Только в особых случаях, когда при оконтуривании запасов по заданному минимальному промышленному содержанию обособляются многочисленные мелкие, но богатые рудные скопления, а при некотором снижении содержания объединяются в едином контуре, надо применять бортовое содержание более низкое по

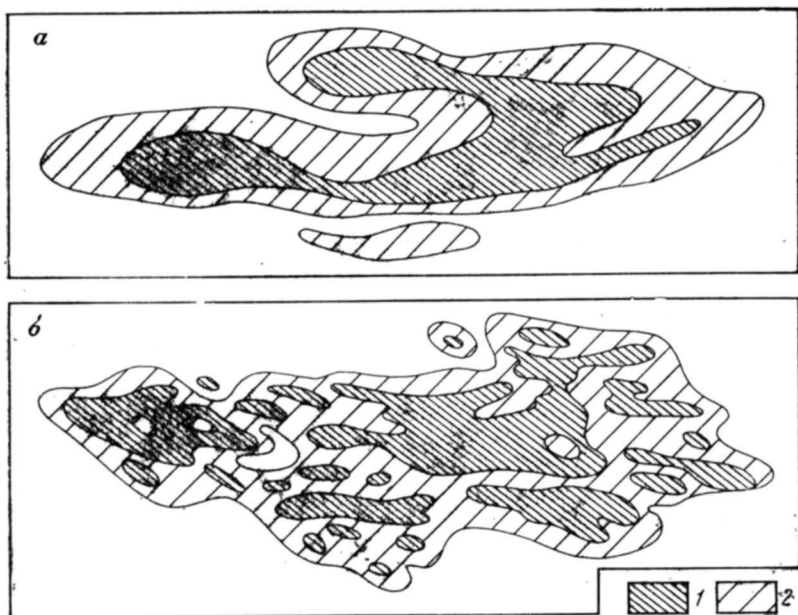


Рис. 3. Оконтуривание залежи:

a — обладающей плавными постепенными переходами во вмещающие породы; *б* — обладающей сложным вкрапленно-прожилковым строением с неравномерными переходами во вмещающие породы.
 Форма залежи при оконтуривании ее по бортовому содержанию: 1 — равному минимальному промышленному; 2 — ниже минимального промышленного

сравнению с минимальным промышленным (рис. 3, б). В то же время для залежей с контрастным прерывистом строением применение бортовых содержаний не обеспечивает приемлемых вариантов оконтуривания. В таких случаях для объединения смежных рудных скоплений в едином контуре используется кондиционный параметр, предусматривающий предельно допустимые мощности участков пустых пород или некондиционных руд, включаемых в промышленные контуры на разубоживание.

Недостатки бортового содержания как ведущего кондиционного параметра и его принципиальные отличия от минимального промышленного содержания проявляются особенно четко при анализе проблемы оконтуривания запасов с применением и без применения данных рядового опробования полезных ископаемых.

Для оконтуривания промышленно ценных объемов недр в практике геологоразведочных работ используются три наиболее распространенных способа.

1. По геологическим границам полезного ископаемого — по контактам рудовмещающих пород, тектоническим нарушениям, ограничивающим рудоносные объемы недр, границам метасоматически измененных пород или по совокупности других геологических, геохимических и геофизических данных.

2. По горно-технологическим условиям — по границам проектируемого карьера с учетом его предельной глубины и контурного модуля, расположению и размерам проектируемых горно-эксплуатационных единиц — эксплуатационных блоков, панелей, лав, горизонтов и др.

3. По заданному минимальному содержанию полезного компонента в пробах или других элементарных объемах.

В двух первых случаях контуры продуктивных объемов устанавливаются по совокупности горно-геологических данных, независимо от содержания полезного компонента в крайних пробах, а для оценки его средних содержаний используется полная совокупность результатов опробования по всем пробам, входящим в подсчетный контур. При этом, если строение полезного ископаемого рассматривается как технологически сплошное, а по результатам опробования ставится задача оценки только валового среднего содержания полезного компонента в блоке, размеры проб (при сплошном линейном опробовании на все поперечное сечение блока) не оказывают влияния на величину среднечлочного содержания полезного компонента. Так, например, для модели рудной залежи медноколчеданного типа, обладающей четкими контактами с вмещающими породами, оценка среднего содержания условного металла остается постоянной при вычислении его по пробам любых размеров. На рис. 4 видно, что для проб длиной от 0,5 до 8 м при оконтуривании залежи по геологическим данным среднее валовое содержание условного металла на разведочное пересечение неизменно остается равным 11,4 единицы, хотя дисперсии его содержаний по пробам различных размеров заметно различаются.

Задача оценки среднего содержания полезного компонента в блоке с фиксированными границами оруденения заметно усложнится при допущении представления о технологически прерывистом строении полезного ископаемого. В этом случае возникает необходимость оценки доли участков пустых пород и некондиционных руд с содержанием ниже некоторого предельного, а также необходимость оценки среднего содержания полезного компонента в оставшемся объеме кондиционных руд. Очевидно, что результаты оценки будут зависеть не только от величины принятого предельного содержания, но также от размеров проб, поскольку с уменьшением их длины возрастут дисперсии содержаний полезного компонента. На рис. 5 показаны изменения представлений о продуктивности разведочного пересечения в зависимости от длин проб при условии предельно допустимого (бортового

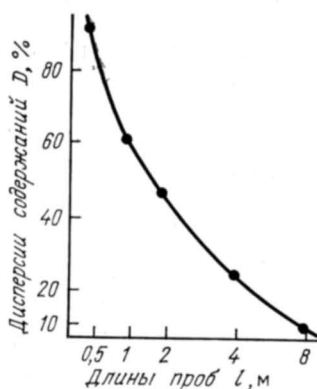


Рис. 4. Изменение дисперсий содержаний условного металла (D) в зависимости от длин борздовых проб (l)

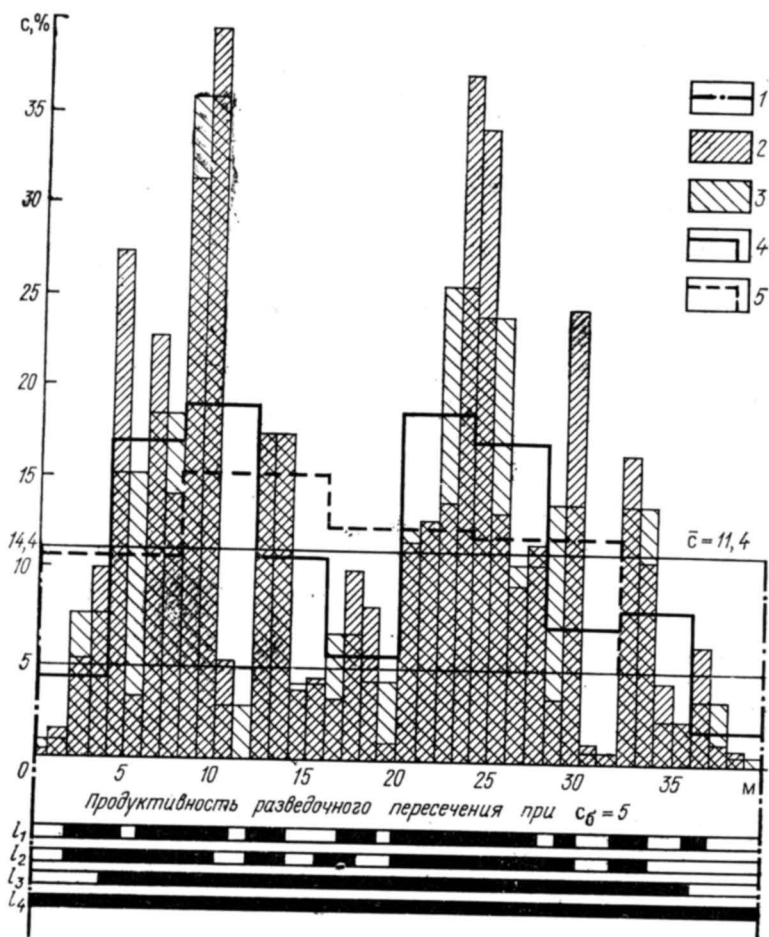


Рис. 5. Содержания полезного компонента в борздовых пробах различных длин в разведочном пересечении залежи с четкими геологическими границами: 1 — геологические границы; 2 — содержания по пробам длиной 1 м; 3 — содержания по пробам длиной 2 м; 4 — содержания по пробам длиной 4 м; 5 — содержания по пробам длиной 8 м. \bar{c} — длина проб

содержания в пробе, равном 5 единицам. Значения соответствующих коэффициентов рудоносности, средних содержаний полезного компонента и линейных запасов приведены в табл. 21.

При условии фиксированных границ промышленного орудения влияние размеров проб и принятого предельного содержания полезного компонента на оценки перечисленных геологоразведочных параметров компонента может быть определено статистически по интегральной или дифференциальной функциям распределения содержаний. Рассматривая эти функции как статистические модели оцениваемых блоков, можно сопоставить суммарное чис-

Зависимость оценок средних содержаний (\bar{c}) линейных запасов (m) условного металла и коэффициентов рудоносности (K_p) от длин проб при условии фиксированных границ оруденения (при бортовом содержании $c_0=5$ единиц)

Длина проб l , м	Средние содержания \bar{c} , %	Линейные запасы m , метропроцент	Коэффициент рудоносности K_p , %
1	17,6	423	0,6
2	17,5	419	0,6
4	13,7	430	0,8
8	11,4	456	1

ло проб с запасами полезного ископаемого, а сумму содержаний по пробам — с запасами полезного компонента в блоке. Тогда общие запасы полезного компонента в блоке могут быть выражены площадями под кривыми плотностей распределения содержаний, а запасы кондиционного и некондиционного полезного ископаемого — площадями вправо и влево от ординаты, соответствующей заданному предельному содержанию.

На рис. 6 приведены кривые плотностей распределения содержаний условного металла в блоке моделируемого медноколчеданного месторождения по данным опробования борздами длиной 1 и 4 м. Поскольку контуры промышленного оруденения зафиксированы по геологическим данным, среднеблочные содержания условного металла (без учета кондиционных требований) в обоих случаях одинаковы и составляют 11,4 единицы. Однако площади, определяющие запасы кондиционных и некондиционных руд при бортовом содержании 5 единиц (соответственно вправо и влево от ординаты 5), заметно различаются друг от друга. По отношению площадей $S_p : S_{\text{общ}}$ для случаев $l = 1$ и $l = 2$ могут быть оценены соответствующие коэффициенты рудоносности, а среднеблочные содержания условного металла могут быть рассчитаны, как средневзвешенные, по заштрихованным участкам обеих кривых.

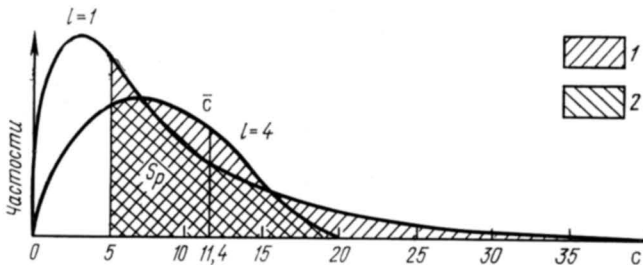


Рис. 6. Кривые плотностей распределения содержаний условного металла по пробам длиной в 1 и 4 м.

Площадь под кривой плотности распределения кондиционных содержаний (S_p): 1 — при $l = 1$ м; 2 — $l = 4$ м

Если оконтуривание рудоносных участков недр проводится по некоторому условному содержанию полезного компонента в пробе, задача оценки количества и качества запасов резко усложняется, поскольку значения принимаемых бортовых содержаний и размеры проб оказывают в этих случаях влияние не только на характеристики продуктивности, но также и на положение контуров рудных залежей. Таким образом, при оконтуривании по заданному содержанию как величины принимаемых предельных содержаний, так и размеры проб определяют представления не только о строении, но и о морфологических особенностях скопления полезных ископаемых.

В общем случае с увеличением бортовых содержаний уменьшаются мощности рудных залежей и коэффициенты их рудоносности, что приводит к возрастанию средних содержаний полезных компонентов в контурах и соответствующему уменьшению их запасов. С увеличением длин проб, как правило, возрастают значения коэффициентов рудоносности залежей, в связи с чем создается впечатление о большей сплошности их строения. Однако при этом снижаются средние содержания полезных компонентов в промысленных контурах и возрастают погрешности оконтуривания запасов. Перечисленные закономерности иллюстрируются рис. 7, на котором границы рассмотренной ранее рудной залежи проведены не по геологическим данным, а по нескольким заданным содержаниям при длинах проб l , равных 1 м (без учета влияния пустых прослоев или прослоев некондиционных руд). Данные об изменениях средних содержаний и линейных запасов условного металла, а также средних значений коэффициентов рудоносности, в зависимости от бортовых содержаний и длин проб, приведены в табл. 22.

Таблица 22

Зависимость оценок средних содержаний (\bar{c}), линейных запасов (m) условного металла и коэффициентов рудоносности (K_p) от бортовых содержаний (c_0) и длин проб (l) при оконтуривании запасов по заданному содержанию (без включения пустых прослоев)

Бортовое содержание c_0 , %	Длина проб l , м	Средние содержания \bar{c} , %	Линейные запасы m , метропроцент	Коэффициент рудоносности K_p , %
5	0,5	19,8	408	0,59
	1	17,6	422	0,68
	2	17,2	413	0,71
	4	13,1	419	1,0
	8	11,4	456	1,0
8	0,5	22,0	385	0,50
	1	19,2	403	0,66
	2	18,1	398	0,70
	4	15,3	367	0,76
	8	12,9	413	1,0
10	0,5	23,1	358	0,52
	1	20,2	324	0,61
	2	18,1	398	0,70
	4	15,3	367	0,75
	8	12,9	409	1,0

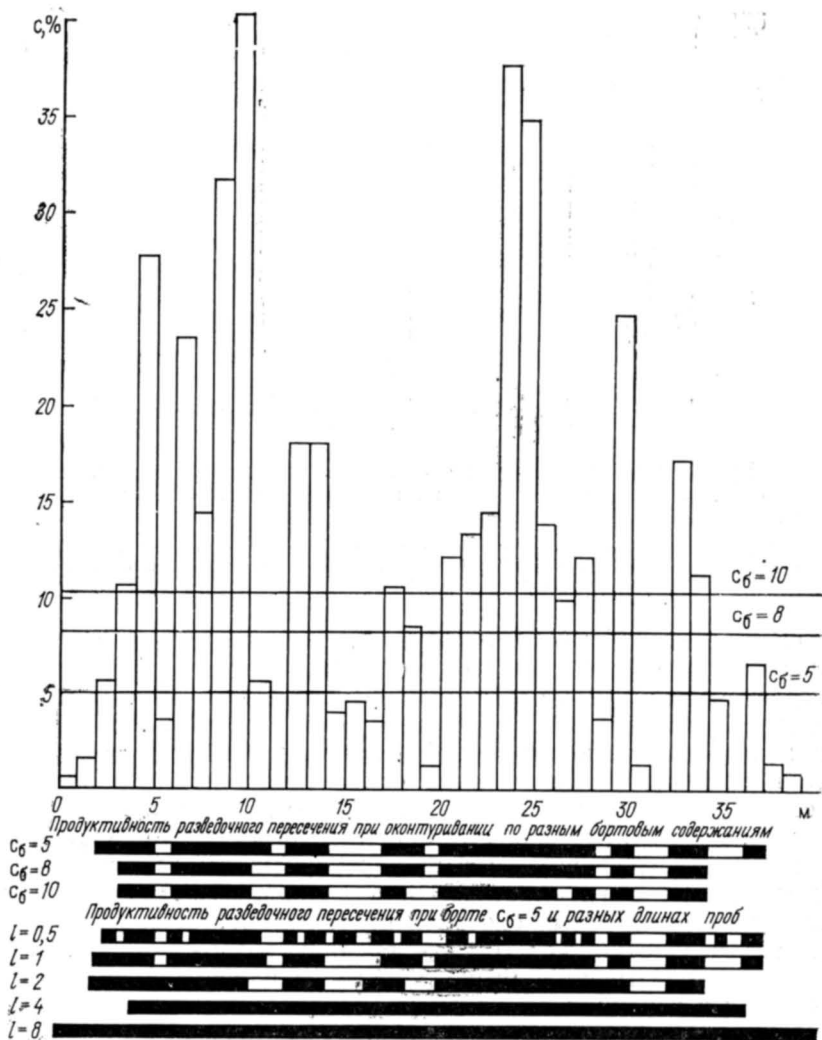


Рис. 7. Влияние значения бортового содержания (C_b) и длины пробы (l) на представление о строении и продуктивности разведочного пересечения

Отмеченные выше закономерности изменения важнейших геологоразведочных параметров отчетливо подтверждаются при рассмотрении рис. 7 и табл. 22. Однако в отдельных случаях устанавливаются локальные отклонения от этих закономерностей, что объясняется случайностью расположения разведочных пересечений, случайностью положения борздовых проб, а также случайными погрешностями геометризации контактов залежей по пробам больших длин. Особенно отчетливо заметны нарушения плавных, закономерных изменений линейных запасов полезного компонента,

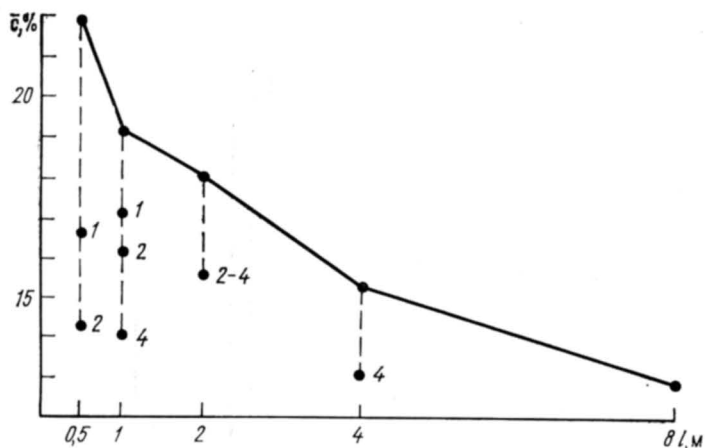


Рис. 8. График изменения средних содержаний условного металла (\bar{c}) в зависимости от длины борзодовой пробы (l) и мощности пустого прослоя, при бортовом содержании условного металла, равном восьми ($c_6 = 8$).

Сплошной линией здесь и на рис. 9 даны содержания без учета пустых прослоев, пунктиром — с включением пустых прослоев (предельно допустимые мощности пустых прослоев в метрах указаны цифрами).

где влияние случайных факторов проявляется особенно резко. Существенные осложнения в оценках продуктивности, морфологии и строения промышленно ценных участков недр возникают при оконтуривании залежей прерывистого строения в связи с тем, что для повышения технологической сплошности полезного ископаемого в контуры промышленного оруденения обычно включаются участки пустых пород и некондиционных руд. Предельно допустимые мощности пустых пород устанавливаются с учетом природных особенностей строения полезных ископаемых (модальных значений мощностей этих участков, устанавливаемых статистически), а также проектируемых способов вскрытия месторождения и систем его обработки. При оценке средних содержаний полезного компонента учитывается разубоживающее влияние прослоев пустых пород и некондиционных руд.

Очевидно, что при включении участков пустых пород в промышленные контуры снижаются средние содержания полезных компонентов, но улучшаются представления о сплошности строения полезных ископаемых, возрастают значения коэффициентов их рудоносности, а мелкие разобщенные залежи часто объединяются в едином промышленном контуре. При этом, как правило, заметно возрастают запасы полезного ископаемого (руды) и в значительно меньшей степени — запасы полезного компонента.

Влияние мощностей прослоев пустых пород и некондиционных руд на оценки важнейших геологоразведочных параметров модельного месторождения иллюстрируется табл. 23 и графиками на рис. 8 и 9.

Приведенные данные убедительно свидетельствуют о том, что при оконтуривании запасов полезных ископаемых по заданному

Зависимость оценок средних содержаний (\bar{c}) линейных запасов (m) условного металла и коэффициентов рудоносности (K_p) от мощности пустых прослоев при разных бортовых содержаниях условного металла (c_b) и длине проб $l = 1$

Бортовое содержание c_b , %	Мощность пустого прослоя, м	Средние содержания \bar{c} , %	Линейный запас m , метропроцент	Коэффициент рудоносности K_p , %
5	1	15,4	431	0,80
	2	13,6	435	0,91
	4	12,8	448	1,0
8	1	17,1	403	0,71
	2	16,1	420	0,83
	4	14,0	431	1,0
10	1	18,3	412	0,79
	2	16,1	420	0,83
	4	14,0	434	1,0

предельному содержанию представления об их важнейших оценочных параметрах, морфологических особенностях и строении залежей зависят не только от значения принятого бортового содержания, но также от размеров проб и мощностей прослоев пустых пород, включаемых в контуры промышленного оруденения.

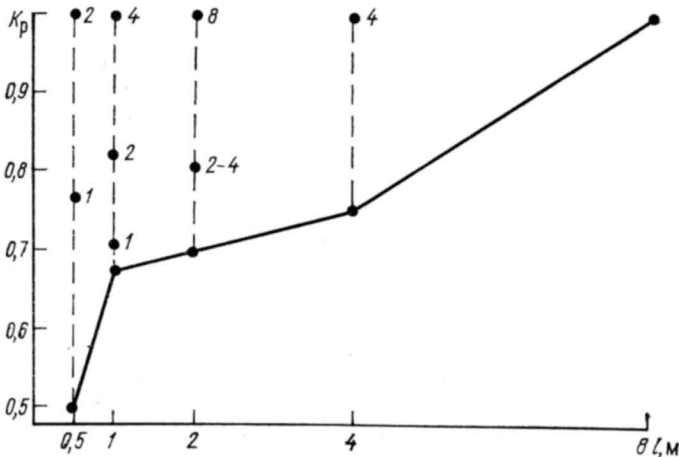


Рис. 9. График изменения коэффициентов рудоносности (K_p) в зависимости от длин проб (l) и мощностей пустых прослоев, при бортовом содержании условного металла, равном восьми ($c_b = 8$)

Учет влияния этих факторов для обоснования оптимального значения бортового содержания полезного компонента как определяющего параметра кондиций представляет собой весьма сложную, многомерную задачу, которая не поддается уверенному технико-экономическому обоснованию. Именно поэтому бортовое содержание должно рассматриваться как вспомогательный полуколичественный параметр кондиций, с использованием которого в некоторых случаях возможно лишь сугубо приблизительное суждение о вероятных контурах залежей полезных ископаемых и их внутреннем строении.

Основные недостатки действующих методических положений по выбору и обоснованию кондиций

Существующая методика обоснования кондиций несовершенна, так как при ее использовании приходится оперировать множеством взаимосвязанных кондиционных параметров, что приводит к избытию вариантов, исключает практическую возможность их перебора и не обеспечивает однозначного решения при выборе оптимального варианта из-за неопределенности критериев его экономической оптимальности. При обосновании кондиций в горнорудной практике широко используется вариантный метод. Однако вследствие избытия взаимосвязанных кондиционных параметров, требующих технико-экономического обоснования, обычно ограничиваются несколькими вариантами бортового содержания в сочетании с двумя-тремя вариантами пустых прослоев. Остальные кондиционные параметры, как правило, не варьируются, а их ориентировочные значения принимаются условно постоянными. При таком подходе к оптимизации кондиций границы промышленного освоения запасов, их качественные и количественные характеристики оцениваются весьма приближенно, а ожидаемый экономический эффект от эксплуатации месторождения часто занижается. В значениях таких кондиционных параметров, как бортовое содержание, предельно допустимая мощность пустого прослоя, предельное значение коэффициента рудоносности, линейного запаса или выемочной мощности, недостаточно конкретизируется их горно-технологический и экономический смысл, что затрудняет и искажает оценки количества и качества извлекаемых запасов. В частности, все перечисленные параметры характеризуются линейными величинами, в то время как их влияние на количественные и качественные характеристики запасов проявляются в трехмерном пространстве, в связи с чем необходимо предусматривать приемы обработки исходных данных, позволяющие учесть влияние линейных характеристик на объемные характеристики недр.

Существенный недостаток обоснования и использования величины минимального промышленного содержания заключается в том, что, согласно действующим методическим положениям, оно

определяется по удельным затратам для элементарных объемов полезного ископаемого (обычно на одну тонну), а распространяется на значительно бóльшие объемы недр. Являясь по существу минимально средним промышленным содержанием, оно обуславливает появление в оцениваемом блоке большего или меньшего числа участков полезного ископаемого с содержанием заведомо более низким по сравнению с минимальным промышленным. По самому смыслу определения минимального промышленного содержания эти участки должны оцениваться как некондиционные, поскольку затраты на добычу и переработку полученного в них полезного ископаемого не окупятся ценностью полученного полезного компонента. Именно это обстоятельство приводит к необходимости использования не одного, а нескольких предельных содержаний. Как уже упоминалось, для ограничения разубоживающего влияния подобных участков в горнорудной практике используется такой кондиционный параметр, как бортовое содержание, а часто и предельное содержание полезного компонента на разведочное пересечение. Однако в связи с неопределенностью конкретных объемов недр, к которым следует относить бортовые или другие минимальные содержания, горно-экономическое обоснование этих параметров практически невозможно. При вариантных расчетах экономически обосновываются, по сути дела, минимальные промышленные содержания в подсчетных блоках при выбранных бортовых содержаниях и других кондиционных показателях.

Существующая методика расчета минимальных промышленных содержаний обеспечивает создание некоторого резерва промышленно ценных запасов полезных ископаемых в недрах в связи с тем, что расходы по амортизации основных фондов относятся только на балансовые запасы, обрабатываемые в первый период эксплуатации месторождения. В результате существенных просчетов при освоении месторождений полезных ископаемых, как правило, не возникает, однако, потенциальные возможности вновь осваиваемых месторождений раскрываются далеко не полностью.

Другие недостатки действующих методических положений связаны с несовершенством методов экономического обоснования величины минимального промышленного содержания при определении затрат на добычу, обогащение и извлечение готового продукта, расчетах цен на продукцию горных предприятий и определении критериев оптимальности использования природных ресурсов, о чем подробно сказано ниже. К числу недостатков действующих положений следует отнести и двучленную группировку запасов полезных ископаемых с разделением их на балансовые и забалансовые. С учетом необходимости использования принципа предстоящих затрат при оценке потенциальных возможностей месторождений, а также оперативной оценки первоочередных минерально-сырьевых резервов горных предприятий необходимо выделение еще одной группы запасов полезных ископаемых, переходной от балансовых к забалансовым. Трехчленная

группировка запасов по целесообразности их промышленного использования с выделением балансовых, маржинальных (предельно промышленных) и забалансовых запасов широко используется во многих промышленно развитых странах. Она способствует оперативному учету количества и качества той части разведанных запасов конкретных месторождений, которые могут считаться пригодными к эксплуатации в самом ближайшем будущем (как правило, в течение срока существования горного предприятия), обеспечивая, тем самым, исходные данные для пятилетнего (и более длительного) планирования геологоразведочных и добычных работ.

Методика экономического обоснования минимального промышленного содержания

Минимальное промышленное содержание зависит от всех горно-геологических, технических и экономических факторов оценки месторождений. Для учета влияния этих факторов на уровень минимального промышленного содержания их приводят к единому знаменателю — стоимости той продукции, которая извлекается из минерального сырья. Поэтому при определении минимального промышленного содержания исходят из равенства издержек производства по добыче и переработке определенного объема полезного ископаемого и стоимости полезных компонентов, извлекаемых из этого объема в товарную продукцию. Это равенство выражается так

$$c_{\min} K_p K_{\Pi} \frac{\Pi_M}{B_M} = C$$

откуда

$$c_{\min} = \frac{C}{K_p K_{\Pi} \Pi_M} B_M, \quad (15)$$

где c_{\min} — минимальное содержание полезного компонента, %; K_p — коэффициент разубоживания руды при добыче; K_{Π} — коэффициент извлечения полезного компонента в готовый продукт; Π_M — оптовая цена готового продукта, руб.; B_M — содержание металла в готовом продукте, %; C — себестоимость готового продукта, учитывающая затраты на добычу и переработку полезного ископаемого, руб.

Формула (15) кажется очень простой, однако при расчете по ней минимального промышленного содержания возникает ряд сложных задач, решение которых проходит в острых дискуссиях. Особенно спорными являются: выбор конечной продукции; методика расчета ее ценности и затрат на производство; обоснование критерия оптимальности оконтуривания месторождений и того объема полезного ископаемого, к которому относится минимальное промышленное содержание. Кроме этого, возникают вопросы

по определению коэффициента извлечения полезного компонента в готовый продукт.

Конечная продукция. Иногда считают, что оценку месторождений следует проводить на уровне добычи полезного ископаемого и за конечную продукцию надо принимать руду. Такое утверждение сужает границы выявления и учета природных особенностей минерального сырья. Соответствие минимального промышленного содержания и всей оценки месторождения их истинной величине находится в прямой зависимости от степени эксплуатации полезного ископаемого. При добыче руды можно учесть только горно-геологические и экономико-географические факторы оценки природного ресурса; все технологические факторы остаются нераскрытыми. Поэтому добытую руду, не прошедшую обработку и переработку, нельзя считать конечной продукцией. Характеристика минерального сырья становится наиболее полной по мере продвижения его к концу переработки. Поэтому во всех случаях за уровень оценки месторождений должна быть принята последняя стадия переработки полезного ископаемого, а готовой надо считать ту продукцию, которая получается на этом уровне и поступает в народнохозяйственный оборот, а не в дальнейший передел. Для металлических полезных ископаемых конечной продукцией чаще всего является металл, получаемый в процессе металлургической переработки сырья; из некоторых руд (молибденовых, вольфрамовых и др.) конечной продукцией может считаться концентрат, потребляемый в других отраслях.

При оценке комплексного сырья расчет минимального промышленного содержания необходимо проводить по главному товарному продукту, представляющему основную ценность полезного ископаемого. В его величине должны быть учтены также и все попутно извлекаемые полезные компоненты.

Ценность готовой продукции. Для стимулирования рационального использования минерального сырья и правильной экономической оценки запасов полезных ископаемых важнейшее значение имеет показатель ценности товарной продукции. Он представляет собой единую экономическую базу деления запасов на балансовые и забалансовые, а месторождений — на рентабельные и нерентабельные. Ценность товарной продукции исчисляется в настоящее время в оптовых ценах, установленных на базе среднеотраслевых затрат. Эти цены включают как низкую себестоимость продукции, получаемую на крупных и богатых месторождениях, так и высокую, обеспечивающую эксплуатацию менее богатых и расположенных в сложных условиях месторождений, продукция которых необходима для покрытия потребностей народного хозяйства.

Применение таких цен не отражает специфики горнодобывающих отраслей и приводит к весьма нежелательным результатам. Значительная часть предприятий, эксплуатирующих худшие по качеству и условиям разработки месторождения и, следовательно, имеющих производственные затраты выше среднеотраслевых,

терпят постоянные убытки и находятся на дотации у государства. Предприятия же, эксплуатирующие лучшие месторождения, ориентируясь на среднеотраслевые издержки, не заинтересованы в разработке «убыточных», с их точки зрения, участков руды, тогда как аналогичные по качеству и затратам руды на более бедных месторождениях подлежат отработке. Это положение приводит к недопустимым безвозвратным потерям минеральных ресурсов и нерациональному использованию недр. Применяемые к отдельным месторождениям дифференцированные расчетные цены также не могут служить базой для оконтуривания балансовых запасов, поскольку их множественность создает условия для принятия произвольных решений.

Таким образом, ныне действующие цены не являются экономической основой расчета кондиций для большинства видов полезных ископаемых.

Проблема определения ценности готовой продукции из минерального сырья многие годы оставалась дискуссионной; ряд исследователей предлагали определять минимальное промышленное содержание по ценности готовой продукции, исчисленной на уровне предельно допустимых затрат, т. е. затрат на относительно худших эксплуатируемых месторождениях. Дискуссия закончилась признанием предельных затрат.

«Временной типовой методикой экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых» [10] эффект от эксплуатации запасов рекомендуется определять на уровне оптовых цен, в необходимых случаях замыкающих затратах на прирост производства данной продукции. В последнем случае спорной продолжает оставаться методика расчета предельных затрат: одни предлагают определять их по себестоимости, другие — по приведенным затратам, третьи — по цене производства на замыкающем месторождении. Решение этого вопроса требует правильного подхода к определению экономической сущности извлекаемой ценности минерального сырья.

Извлекаемой ценностью минерального сырья в натуральном выражении являются концентраты, металлы и т. п., т. е. товарная продукция, получаемая в результате переработки полезных ископаемых. Как любая другая товарная продукция, минеральное сырье, поступая в народнохозяйственный оборот, оценивается в денежном выражении. Измерение товарной продукции в денежном выражении возможно только посредством цены. При определении товарной продукции по себестоимости не учитывается прибавочный продукт, создаваемый во время эксплуатации любого, в том числе и худшего, природного ресурса, что методологически неверно. Выражение товарной продукции через себестоимость приводит к завышению минимального промышленного содержания и, следовательно, к неоправданному сокращению балансовых запасов.

Нельзя также согласиться с применением для расчета минимального промышленного содержания предельных приведенных

затрат $C_3 + E_n K_3$ [1]. Они по своему экономическому содержанию не тождественны цене производства, поскольку слагаемое $E_n K$ не может отражать величину прибавочного продукта.

По нашему мнению, извлекаемая ценность минерального сырья должна исчисляться по цене производства конечной продукции на замыкающем месторождении $C_3 + m_3$, в которой нормативная прибыль m определяется затратами живого $p_1 W$ и овеществленного $p_2 \Phi$ труда [19]. Рассчитанная по такой «лимитной» цене извлекаемая ценность 1 т руды с минимальным промышленным содержанием будет представлять собой денежное выражение этого минимального промышленного содержания.

Затраты на получение товарной продукции. Минимальное промышленное содержание должно обеспечивать равенство между извлекаемой ценностью из минерального сырья и затратами, необходимыми для производства этой ценности. По существующей методике определения минимального промышленного содержания такими затратами справедливо считается себестоимость добычи и переработки полезного ископаемого, отнесенная к определенному его объему обычно (1 т, м³). Однако в последнее время все чаще рассматриваются предложения использовать другую величину, большую чем себестоимость. Одни считают, что в состав затрат кроме себестоимости должна входить прибыль в размере, обеспечивающем возврат капиталовложений [32]. Другие вместо себестоимости предлагают приведенные затраты оцениваемого месторождения [1], в которых, так же как и в предыдущем случае, к себестоимости добавляется доля капитальных затрат $E_n K$, что по существу сводит второе предложение к первому.

Такое содержание затрат на получение товарной продукции не имеет экономического обоснования, оно будет неоправданно превышать минимальное промышленное содержание и, как следствие этого, приведет к потере в недрах значительной части балансовых руд.

Затраты на конечную продукцию в горнодобывающих отраслях представляют собой, как и затраты на производство товара в любой другой отрасли, только себестоимость этой продукции. С включением в них кроме себестоимости всякой дополнительной суммы будет приближать эти затраты к цене товара, что противоречит принципу определения минимального промышленного содержания. Что же касается возмещения капитальных вложений, то оно должно осуществляться обычно принятым способом, т. е. посредством себестоимости — статьей «амортизационные отчисления». Окупаемость же капитальных вложений предусматривается за счет прибыли, получаемой от эксплуатации природного ресурса.

Коэффициент извлечения полезного компонента в готовый продукт. Формула определения минимального промышленного содержания (15) предусматривает, что коэффициент извлечения K_n — величина известная. Она зависит от содержаний полезного компо-

нента в полезном ископаемом, концентрате и непромышленных отходах. Эту зависимость выражают формулой

$$K_{и} = \frac{(c_p - c_x) c_k}{(c_k - c_x) c_p}, \quad (16)$$

где $K_{и}$ — коэффициент извлечения полезного компонента в концентрат; c_p — содержание полезного компонента в добытой руде, %; c_x — содержание полезного компонента в хвостах обогащения, %; c_k — содержание полезного компонента в концентрате, %.

Критерий оконтуривания балансовых запасов до сих пор дискуссионен. «Временной типовой методикой экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых» [10] в качестве критерия рекомендуется народнохозяйственный экономический эффект, получаемый за весь период отработки запасов. Он определяется разностью между ценностью конечной продукции из минерального сырья и предстоящими затратами на ее получение. Ценность продукции рассчитывается в ныне действующих оптовых ценах или замыкающих приведенных затратах. В состав предстоящих затрат входят эксплуатационные расходы и капитальные вложения.

Исследования, проведенные в ВИЭМСе под руководством Н. А. Хрущова и А. Я. Каца, а также в ряде других организаций, показали, что применение к оконтуриванию природного ресурса критерия, рекомендованного «Временной типовой методикой», вследствие дисконтирования получаемого эффекта приводит к исключению из промышленного контура значительного количества запасов, тогда как эти запасы признаются балансовыми при оконтуривании их даже по действующим оптовым ценам.

На наш взгляд, это связано не только с дисконтированием, но и с включаемыми в критерий оптимальности затратами. Обосновать это можно следующим образом. На границе балансовых и забалансовых запасов находятся запасы с нулевой рентабельностью эксплуатации. Содержание полезного компонента, соответствующее этим запасам, отражает величину минимального промышленного содержания c_{min} . Для балансовых запасов с содержанием c_{min} по методике [10] должно обеспечиваться равенство $\Delta = (C_p - C_{бр}) Z - K = 0$, при котором экономический эффект равен нулю. Значение минимального промышленного содержания c_{min} в этом случае находится из выра-

жения $c_{min} = \frac{C_{бр} + \frac{K}{Z}}{C_o K_k K_{и}}$, где $C_{бр}$ — эксплуатационные затраты, приходящиеся на единицу запасов, за вычетом реновационных отчислений;

K — сумма капитальных вложений на строительство промышленного объекта; Z — запасы месторождения; C_o — действующие цены на конечный продукт; K_k — коэффициент изменения качества руды, учитывающий ее разубоживание; $K_{и}$ — сквозной коэффициент извлечения полезного компонента в готовый продукт.

Таким образом, в соответствии с методикой [10] граничные запасы должны обеспечить не только покрытие эксплуатационных

затрат, но и полностью восполнить потребляемые капитальные вложения. Здесь произошло ужесточение требования к минимальному промышленному содержанию по сравнению с оконтуриванием балансовых запасов и исходя из прибыли. При оконтуривании месторождения по критерию общей прибыли, рассчитанной на базе действующих оптовых цен, граничные запасы должны обеспечивать равенство $\Pi = \Pi_0 - C = 0$, т. е. тождество ценности получаемой продукции и текущих эксплуатационных затрат на ее производство. Минимальное промышленное содержание при этом составит $c_{\min 2} = \frac{C}{\Pi_0 K_K K_H}$.

Поскольку $C_{бр} + \frac{K}{3} > C$, то $c_{\min 1} > c_{\min 2}$, что приводит при $c_{\min 1}$ к сужению контура месторождения и сокращению балансовых запасов. Даже использование вместо действующих оптовых цен замыкающих затрат не устраняет отмеченного недостатка критерия народнохозяйственного экономического эффекта, рассчитанного согласно рекомендациям «Временной типовой методики...» [10].

Кроме критерия народнохозяйственного экономического эффекта и критерия суммарной прибыли, вычисленных на основе действующих оптовых цен, т. е. среднеотраслевых условий производства, оконтуривание балансовых запасов предлагается проводить по критерию дифференциальной горной ренты. При этом одни исследователи считают, что величина дифференциальной горной ренты должна рассчитываться с помощью замыкающих приведенных затрат, другие — на базе замыкающей цены производства.

Очевидно, что максимальное вовлечение запасов в контур месторождения достигается при оценке природного ресурса по критерию суммарной прибыли, определяемой на основе замыкающей цены производства. С учетом вышеизложенных подходов минимальное промышленное содержание будет рассчитываться следующим образом.

1. По народнохозяйственному эффекту $\Xi = (\Pi_0 - C_{бр}) Z - K$,

$$c_{\min 1} = \frac{C_{бр} - \frac{K}{3}}{\Pi_0 K_K K_H}.$$

2. По прибыли, рассчитанной на базе ныне действующих оптовых цен, $\Pi = \Pi_0 - C$,

$$c_{\min 2} = \frac{C}{\Pi_0 K_K K_H}.$$

3. По дифференциальному горному доходу, рассчитанному на базе приведенных затрат, $R_d = Z_n - (C + E_n K) = (C_3 + E_n K_3) - (C + E_n K)$,

$$c_{\min 3} = \frac{C + E_n K}{(C_3 + E_n K_3) K_K K_H}.$$

4. По дифференциальному горному доходу, рассчитанному на базе замыкающей цены производства, $R_d = Z_n - (C + m) = (C_3 + m_3) - (C + m)$,

$$c_{\min 4} = \frac{C + m}{(C_3 + m_3) K_K K_H}.$$

Оценка месторождения по вариантам

№ п/п	Показатели	Вари		
		1	2	3
		3	4	5
1	Эксплуатационные руды Z_i , млн. т	100	200	300
2	Среднее содержание полезного компонента c_i , т, %	0,05	0,0485	0,0390
3	Прирезаемые запасы руды $Z_{при} = Z_i - Z_{i-1}$, млн. т	—	100	100
4	Содержание полезного компонента в предельных запасах $\epsilon_{при} = \frac{Z_i c_i - Z_{i-1} c_{i-1}}{Z_i - Z_{i-1}}$, %	—	0,047	0,02
5	Производительность по руде A_i , млн. т/год	2,5	5,0	6,9
6	Себестоимость добычи и переработки 1 т руды C_i , руб.	44	34,20	27,67
7	Средняя себестоимость металла $C_{Mi} = \frac{C_i}{M_i}$, руб.	880	705,30	709,51
8	Себестоимость 1 т металла из прирезаемых запасов $C_{м. пр} = \frac{Z_i C_i - Z_{i-1} \cdot C_{i-1}}{Z_i M_i - Z_{i-1} M_{i-1}}$, руб.	—	891,5	1030,5
9	Общие капиталовложения K_i , млн. руб.	370	620	700
10	Приведенная стоимость 1 т металла $S_{pi} = C_{Mi} + \frac{0,12K_i}{A_i M_i}$, млн. руб.	1427,2	950,1	1021,7
11	Среднегодовая стоимость производственных фондов Φ , млн. руб.	352	375	402
12	Приведенная стоимость из прирезки $S_{п при} = C_{м пр} + \frac{0,12K_i}{A_i M_i}$, млн. руб.	—	698,3	1342,7
13	Лимитная стоимость (средняя) $S_{ли} = C_m + \frac{0,15\Phi^{**}}{A_i M_i}$, млн. руб.	1302,4	875,3	933,5
14	Лимитная стоимость прирезки $S_{л при} = C_{м пр} + \frac{0,15\Phi}{A_i M_i}$, млн. руб.	—	623,5	1254,5
15	Народнохозяйственный эффект $\Xi = (\Pi_c - C_{бр}) \times A_i - K_i = \Sigma \Pi_o - K_i$, млн. руб.	30,0	2232,0	2697,0
16	Суммарная прибыль по оптовой цене $\Pi_o = (\Pi_o - C_{Mi}) Z_i M_i$, млн. руб.	600,0	2852,0	3397,3
17	То же, с учетом фактора времени $\Pi_o \cdot a_i$	179,5	849,9	931,9

окопирования и подсчета запасов*

анты

4	5	6	7	8	9
6	7	8	9	10	11
325	350	375	400	450	500
0,0376	0,0364	0,0352	0,0341	0,032	0,030
25	25	25	25	25	25
0,0208	0,0208	0,0184	0,0176	0,0152	0,012
7,4	7,8	8,2	8,6	9,3	10,0
27,08	26,60	26,22	25,84	25,28	24,80
720,22	730,77	744,91	757,80	790,00	826,71
961,5	978,8	1135,9	1198,8	1368,8	1706,7
705	710	714	720	728	735
1024,3	1030,9	1041,7	1052,4	1083,5	1120,7
406	411	415	417	420	423
1265,5	1278,9	1432,7	1493,4	1661,9	2000,7
939,1	947,9	960,9	971,1	1001,7	1038,2
1180,4	1159,9	1351,5	1412,1	1580,1	1918,2
2711,0	2709,0	2645,0	2580,0	2300,0	1864,0
3416,0	3418,7	3359,4	3300,4	3028,1	2599,5
937,1	924,1	886,5	862,3	769,0	635,8

№ п/п	Показатели	Вари				
		1		2		3
		3	4	5		
18	Дифференциальная горная рента по приведенным затратам $R_{д.п} = \left(Z_{п} - C_{м} - \frac{0,12K_i}{A_i M_i} \right) Z_i M_i$, млн. руб.	3612,3	9320,6	5591,3		
19	То же, с учетом фактора времени $R_{д.п} \alpha_t$	1076,5	1585,5	1589,2		
20	Дифференциальная горная рента по цене производства $R_{д.л} = (Z_{л} - S_{л}) Z_i M_i$, млн. руб.	861,2	7014,8	7798,6		
21	То же, с учетом фактора времени $R_{д.л} \alpha_t$	256,6	2090,4	2139,3		
22	Суммарная прибыль по замыкающей цене производства $\Pi_{л} = (Z_{л} - C_{м}) Z_i M_i = Z_{л} - C$, млн. руб.	3600,0	8660,1	10 418,2***		
23	То же, с учетом фактора времени $\Pi_{л} \alpha_t$	1072,8	2580,7	2706,3		

- * Цифры условные.
- ** Прибавочный продукт рассчитан по принятой в настоящее время методике.
- *** Полужирным выделен критерий выбора оптимального варианта подсчета запасов.

5. По прибыли, рассчитанной на базе замыкающей цены производства, $\Pi_{л} = Z_{л} - C = (C_{з} + m_{з}) - C$,

$$C_{\text{min5}} = \frac{C}{(C_{з} + m_{з}) K_{к} K_{и}}$$

В табл. 24 приводится оценка месторождения по предлагаемым критериям оконтуривания балансовых запасов. Рассматриваются девять вариантов подсчета запасов при различных средних содержаниях полезного компонента. Каждый предыдущий вариант запасов отличается от последующего на величину «прирезаемых» запасов. Для каждого варианта рассчитываются содержание полезного компонента в прирезаемых запасах и основные экономические показатели. Содержание полезного компонента в «прирезке» при наиболее общем приближении может быть принято за минимальное промышленное содержание соответствующего варианта оконтуривания. С увеличением запасов проявляется закономерность, выражающаяся в уменьшении содержания полезного компонента в прирезках и в увеличении себестоимости производства 1 т металла из руды прирезаемых запасов.

Сравнение рассматриваемых вариантов показывает, что максимальный учет балансовых запасов возможен только при оконтуривании их по суммарному эффекту (прибыли), рассчитанному на базе цены производства замыкающего месторождения.

Таким образом, критерием выбора лучшего варианта подсчета запасов следует считать эффект (прибыль) за весь период отра-

анты

4	5	6	7	8	9
6	7	8	9	10	11
5806,1	5954,4	6032,0	6099,5	6004,8	5689,5
1592,7	1602,3	1591,9	1593,7	1524,9	1391,6
8064,4	8285,2	8415,1	8568,1	8629,2	8427,0
2212,1	2229,5	2220,8	2238,7	2191,5	2061,2
10 737,0	11 040,9	11 251,3	11 471,5	11 682,7	11 595,2
2833,6	2913,8	2969,3	2997,4	2966,9	2836,2

ботки природного ресурса, рассчитанный по цене производства продукции на замыкающем месторождении.

Основной кондиционный показатель c_{\min} должен определяться выражением $c_{\min} = \frac{C}{Z_{л} K_{к} K_{и}}$, где $Z_{л} = C_{з} + m_{з}$ — цена производства конечной продукции на замыкающем месторождении; C — себестоимость производства на оцениваемом месторождении.

Предлагаемый метод определения минимального промышленного содержания имеет следующие достоинства:

— замыкающие затраты выступают в качестве единой экономической границы отработки всех месторождений данного вида полезного ископаемого;

— замыкающие затраты рассчитываются по цене производства конечной продукции на замыкающем месторождении, т. е. через себестоимость и прибавочный продукт $Z_{л} = C_{з} + m_{з}$, что является наиболее правильным по сравнению с замыкающими приведенными затратами $Z_{п} = C_{з} + E_{н} K_{з}$;

— не создается нормативного прибавочного продукта на худших участках месторождения с минимальным промышленным содержанием. Худшие запасы месторождения, вовлекаемые в эксплуатацию, не должны приносить прибавочного продукта, в противном случае на замыкающих месторождениях будет возникать дифференциальный горный доход, что противоречит теории дифференциальной ренты;

— вовлекается максимальное количество запасов полезного ископаемого в промышленный контур месторождения;

— соответствие максимальной величины экономического эффекта от эксплуатации оптимальному контуру месторождения, найденному посредством цены производства на замыкающем объекте.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о необходимости пересмотра ныне действующих оптовых цен на продукцию из минерального сырья. Новые цены должны ориентироваться не на среднеотраслевые издержки производства, а на затраты производства продукции при эксплуатации относительно худших месторождений. Использование оптовых цен на продукцию из минерального сырья будет ориентировать промышленность на средние условия эксплуатации природных ресурсов.

Определение минимального промышленного содержания полезного компонента в комплексных рудах

Определение минимального промышленного содержания в комплексных рудах имеет ряд особенностей, однако и в этом случае исходной для расчета является формула (15).

Ряд исследователей считают, что минимальное промышленное содержание в комплексных рудах можно определять либо для каждого полезного компонента в отдельности, либо как единое для всей суммы полезных компонентов, приведенной к содержанию одного из компонентов, условно принятого за основной.

В первом случае минимальное промышленное содержание для каждого полезного компонента определяется только при определенных условиях [31]:

— неравномерном содержании попутных компонентов в рудах, при этом могут быть выделены два или несколько промышленных типов руд при существенно различном содержании в них полезных компонентов;

— доказанной целесообразности раздельной добычи и переработки различных типов руд;

— при получении в процессе обогащения селективных концентратов;

— когда выделение каждого селективного концентрата требует дополнительных затрат.

В перечисленных условиях не учитывается еще одно очень важное условие. Для расчета минимального промышленного содержания по каждому извлекаемому полезному компоненту необходимо четкое распределение эксплуатационных затрат между готовыми продуктами, получаемыми при переработке комплексного сырья. Такого распределения пока не достигается. Ни один из существующих методов отнесения затрат на продукцию из комплексного сырья не позволяет определить истинное значение рас-

ходов по добыче, транспортировке и обогащению полезного ископаемого, связанных с получением какого-либо попутного компонента.

Поскольку невозможно выделить индивидуальные затраты на производство попутных компонентов, минимальное промышленное содержание в комплексных рудах должно определяться по одному полезному компоненту, принятому условно за основной. Следовательно, для комплексных руд должно определяться одно минимальное промышленное содержание и рассчитываться оно должно, исходя из общих затрат на производство всех видов продукции.

При определении минимального промышленного содержания для комплексных руд по формуле (15) под c_{\min} понимается содержание комплекса компонентов, выраженного в условных единицах массы, под C_m — цена условной единицы в рублях. За условный принимается основной компонент, имеющий наибольший удельный вес в стоимости товарной продукции. Перевод содержания сопутствующих компонентов в содержание условного основного компонента производится с помощью коэффициентов, учитывающих преysкурантные цены на каждый из них и плановые коэффициенты извлечения компонентов в готовую продукцию (табл. 25).

Условное содержание основного полезного компонента в 1 т руды определяется по формуле

$$c = c_1 K_1 + c_2 K_2 + c_3 K_3 + \dots + c_n K_n,$$

где c — содержание условного основного полезного компонента в руде; c_1, c_2, \dots, c_n — содержание в руде полезных компонентов; K_1, K_2, \dots, K_n — коэффициенты для перевода содержания полезных компонентов в содержание условного основного полезного компонента.

В методических рекомендациях по геолого-экономической оценке и обоснованию кондиций для подсчета запасов рудных

Таблица 25

**Определение переводных коэффициентов
для приведения содержания сопутствующих полезных компонентов
к содержанию условного основного компонента**

Готовая продукция	Преysкурантная цена единицы готового продукта, руб.	Соотношение оптовых цен	Коэффициент извлечения металла, %	Соотношение коэффициентов извлечения	Переводные коэффициенты
1	50	1	80	1	$K_1 = 1 \times 1 = 1$
2	100	2 : 1	72	0,9 : 1	$K_2 = 2 \times 0,9 = 1,8$
3	150	3 : 1	88	1,1 : 1	$K_3 = 3 \times 1,1 = 3,3$
4	300	6 : 1	80	1 : 1	$K_4 = 6 \times 1 = 6$

месторождений предлагается переводные коэффициенты для приведения фактических содержаний к содержанию условного компонента рассчитывать по прибыли, получаемой от использования соответствующего полезного компонента [31]. Условное содержание основного полезного компонента, по которому рассчитывается минимальное промышленное содержание, определяется из равенства

$$M_y = M_1 \Phi_{п1} + M_2 \Phi_{п2} + \dots + M_n \Phi_{пn},$$

где M_y — содержание условного основного полезного компонента; M_1, M_2, \dots, M_n — содержание в комплексных рудах соответствующих полезных компонентов; $\Phi_{п1}, \Phi_{п2}, \dots, \Phi_{пn}$ — переводные коэффициенты для соответствующих полезных компонентов.

Переводные коэффициенты $\Phi_{п}$ определяются по выражениям:

$$\Phi_{п1} = \frac{P_1 I_1 (C_1 - C_{1M})}{P_1 I_1 (C_1 - C_{1M})} = 1.0 \text{ для основного компонента 1;}$$

$$\Phi_{п2} = \frac{P_2 I_2 (C_2 - C_{2M})}{P_1 I_1 (C_1 - C_{1M})} \text{ для компонента 2;}$$

$$\Phi_{пn} = \frac{P_n I_n (C_n - C_{nM})}{P_1 I_1 (C_1 - C_{1M})} \text{ для компонента } n,$$

где C, C, P, I — соответственно цена, индивидуальная себестоимость, разубоживание и сквозное извлечение полезного компонента в готовый продукт. Индексы 1, 2, ..., n — порядковые номера компонентов; индексом «у» обозначен основной компонент, к которому приводятся все компоненты.

Согласно этой методике приводится пример расчета переводных коэффициентов и перевода фактических содержаний в условное содержание основного полезного компонента [30]. Пример иллюстрируется табл. 26.

Изложенная методика расчета переводных коэффициентов для определения минимального промышленного содержания в комплексных рудах по соотношению прибылей практически неприменима. Выше отмечалось, что распределение общих эксплуатационных расходов между продуктами, получаемыми из комплексного сырья,

Расчет переводных коэффициентов

Таблица 26

Компонент	Цена металла C , руб/т	Себестоимость извлеченного металла C_M , руб/т	Коэффициент разубоживания P	Коэффициент сквозного извлечения I	Прибыль $(C - C_M)$ РИ, руб/т	Переводной коэффициент	Содержание металла, т/т	
							фактическое (M)	приведенное (M_y)
1	1 100	100	0,8	0,6	480	1,0	0,100	0,100
2	8 000	5 000	0,8	0,4	960	2,0	0,020	0,040
3	14 000	10 400	0,8	0,5	1 440	3,0	0,005	0,015
Итого								0,155

представляет задачу большой сложности. Не имея истинной себестоимости производства каждого продукта, извлекаемого из комплексных руд, нельзя рассчитать и прибыль ($\Pi - C_m$) от его реализации. Поэтому для определения переводных коэффициентов предпочтительной остается действующая методика.

Пути совершенствования методики обоснования кондиций

Для совершенствования методики обоснования кондиций необходимо прежде всего упорядочить терминологию и дать исчерпывающе объективные понятия «минимального промышленного» и «бортового» содержаний. При этом следует установить, что минимальное промышленное содержание — ведущий и обобщающий параметр кондиции, подлежащий тщательному геолого-технико-экономическому обоснованию, а бортовое содержание должно рассматриваться как вспомогательный параметр кондиций, технико-экономическое обоснование которого невозможно, так как неясно, к какому объему недр правомерно относить содержания по конкретным пробам. Применение бортового содержания целесообразно лишь при оконтуривании некоторых месторождений с нечеткими контактами и неравномерным размещением полезного компонента.

При разработке кондиций следует стремиться к максимальному сокращению числа кондиционных параметров, требующих полного геолого-технико-экономического обоснования. В пределе число таких параметров может быть сведено к двум: минимальному промышленному содержанию полезного компонента и минимальному, технологически обоснованному объему недр, к которому его следует относить. На поздних стадиях геологоразведочных работ таким объемом может быть минимальный технологически возможный объем селективной выемки полезного ископаемого (объем селекции), а на более ранних стадиях — объем подсчетного блока, месторождения или его участка.

В частности, А. М. Марголиным было показано, что задача оптимального оконтуривания и оценки запасов может быть существенно упрощена, если сократить число кондиционных параметров при условии выявления и аналитического описания связи между ними, а также между свойствами запасов полезных ископаемых и полезных компонентов в контурах месторождения [29]. Так, например, для обоснования оптимальных кондиций некоторых месторождений А. М. Марголиным предложена методика расчета кондиционных параметров с использованием целевой функции, определяющей максимум ожидаемой прибыли от промышленного освоения запасов данного месторождения [29]. Им показано, что для целей оконтуривания запасов достаточно обосновать лишь один кондиционный параметр — минимальное содержание полезного компонента в элементарном объеме селекции, под которым подразумевается минимальный объем полезного ископаемого, поддающийся выделению из массива при выбранных способе и системе разра-

ботки месторождения. Для штокерковых месторождений, отрабатываемых открытым способом, это параллелограмм, размеры которого определяются высотой уступа карьера, шириной и длиной заходки экскаватора, а для жильных месторождений — эксплуатационный блок, заключенный между двумя этажами (подэтажами) и ограниченный с боков блоковыми восстающими.

Основное достоинство предложенного метода заключается в том, что, ориентируясь на оптимальные размеры объемов селекции, удастся резко сократить число кондиционных параметров для оконтуривания запасов. Так, для штокерковых месторождений А. М. Марголин считает достаточным установить лишь минимальное содержание полезного компонента в объеме селекции и рассчитать граничный контурный модуль вскрыши, а для жильных месторождений — установить минимальное содержание на блок и рассчитать граничное значение показателя компактности, характеризующего отношение общей площади жилы к площади кондиционных блоков. Все остальные параметры рассматриваются им как функции двух первых и могут быть рассчитаны аналитически.

Использование предложенной методики обеспечивает возможность выявления заведомо лучших вариантов промышленного освоения месторождений по сравнению с вариантами, выбранными традиционными способами. Очевидно, что с изменением принятого объема селекции полезного ископаемого вариант кондиций и промышленного освоения запасов приходится полностью пересчитывать, поскольку все остальные оценочные параметры рассматриваются как функции минимального содержания в объеме селекции.

Действующие методические положения по выбору и обоснованию кондиций могут быть улучшены и за счет совершенствования способа расчета минимальных промышленных содержаний. В настоящее время расходы по амортизации основных фондов будущего горного предприятия относятся только на балансовые запасы, оцененные к моменту завершения детальных разведочных работ. Однако по мере промышленного освоения месторождения в производство постепенно вовлекается часть тех запасов, которые по результатам разведочных работ оценивались как забалансовые. Так, после завершения строительства промышленного комплекса в контур запасов могут быть дополнительно включены блоки с содержанием ниже рассчитанного промминимума, но удовлетворяющие условиям нулевой рентабельности эксплуатации без учета капитальных затрат на строительство. После проведения горно-капитальных и горно-подготовительных работ появляется возможность дополнительной «прирезки» ранее некондиционных запасов с еще более низкими средними содержаниями, рассчитанными без учета затрат на их вскрытие и подготовку и т. д. Если при расчетах временных и постоянных кондиций использовать принцип окупаемости предстоящих затрат, как это в настоящее время предлагается делать при расчетах эксплуатационных кондиций, то к промышленно ценным запасам будут отнесены все объемы

полезного ископаемого в недрах, стоимость полезных компонентов в которых окупает дополнительные затраты, возникающие после принятия решения о вовлечении их в обработку. Именно эти запасы месторождения предлагается выделить в группу марджинальных (предельно промышленных) и рассматривать как минерально-сырьевой резерв предприятия первой очереди.

Принцип предстоящих затрат может быть использован и при обосновании минимальных промышленных содержания открываемых и разведываемых месторождений на разных стадиях геолого-разведочных работ, если учитывать предстоящие затраты на их дальнейшую разведку. При обосновании кондиций к подсчету запасов следует различать две принципиально различные ситуации:

1) оцениваемые объемы недр и их границы могут быть установлены по совокупности геологических данных или с помощью горнотехнических расчетов, без оконтуривания промышленных участков по заданному предельному содержанию;

2) оцениваемые объемы недр могут быть оконтурены только по заданному предельному содержанию. К первому случаю относятся все месторождения и тела полезных ископаемых с четкими геологическими границами, а также многие месторождения, предназначенные к обработке открытым способом, участки месторождений, вскрытые и подготовленные к эксплуатации подземным способом, когда границы оцениваемых объемов недр однозначно устанавливаются по данным геологической документации, рассчитываются по контурным модулям или определяются принятой системой разработки месторождения (участка). Здесь ведущими параметрами кондиций, подлежащими геолого-техничко-экономическому обоснованию, будет минимальное промышленное содержание и минимальный объем селекции при добыче. Ко второму случаю относятся все месторождения с нечеткими контактами, сложной морфологией и строением тел полезных ископаемых, предназначенные к обработке подземным способом, когда ведущим параметром кондиций становится параметр, определяющий контуры залежей полезных ископаемых. Для того чтобы минимально-промышленное содержание могло бы служить инструментом не только оценки кондиционности полезного ископаемого, но и определения его границ при заданной технологии разработки месторождения, необходимо, чтобы оно было отнесено к достаточно малому, но конкретному и однозначно определяемому объему недр, например, к объему «прирезки» между двумя наиболее оптимальными вариантами оконтуривания, как это и предлагают В. А. Симаков, Ю. А. Агабалян, А. Я. Кац и др.

Так, например, в методических рекомендациях ВИЭМСа по обоснованию кондиций для подсчета запасов рудных месторождений с нечеткими контактами залежей в качестве ведущего параметра используется минимальное промышленное содержание металла в «прирезке» с нулевой рентабельностью использования руды, что обеспечивает вариант оконтуривания запасов с наиболее

высоким суммарным экономическим эффектом [31]. Техно-экономические показатели этого варианта — годовая производительность горного предприятия, срок отработки запасов, себестоимость и капитальные вложения, а также все остальные параметры кондиций, с использованием которых было выполнено оконтуривание, признаются оптимальными. Перечень остальных кондиционных параметров для оконтуривания и оценки запасов должен определяться для каждого месторождения с учетом его геологических особенностей и проектируемой технологии отработки, обогащения и переработки руд. Среди них ведущее значение будут иметь лишь те кондиционные параметры, которыми определяются минимальные объемы селекции руд при добыче, а остальные параметры могут быть оценены как вспомогательные (дополнительные).

Поскольку оконтуривание запасов полезных ископаемых по заданному содержанию полезных компонентов всегда неоднозначно, во всех случаях, когда это возможно, следует отдавать предпочтение методам их оконтуривания по природным геологическим (геофизическим или геохимическим) границам или по горно-технологическим кондициям.

Зависимость контуров залежей, количественных и качественных характеристик запасов не только от геометрии проб и заданных содержаний полезных компонентов, но также и от уровня проектируемой селективности добычи полезного ископаемого требуют одновременного учета влияния всех перечисленных факторов при оконтуривании запасов по заданному содержанию. Поэтому для выбора наилучшего варианта оконтуривания необходимо оптимизировать не только предельные содержания полезных компонентов, но и минимальные объемы селекции полезного ископаемого при добыче. Очевидно, любые изменения технологии разработки месторождения, связанные с изменениями объемов селекции полезного ископаемого, неизбежно приведут к изменениям представлений о контурах и внутреннем строении залежей, геометризованных по заданному содержанию полезного компонента. Заметные погрешности геометризации контуров залежей могут возникать и в связи со случайностью расположения разведочных пересечений и проб, особенно в условиях прерывистого и прихотливого пространственного размещения рудных концентраций.

Для выявления закономерных составляющих пространственной изменчивости содержаний полезных компонентов в объемах недр, близких к минимальным объемам селекции при добыче полезного ископаемого, целесообразна соответствующая обработка исходных данных опробования с помощью методов тренд-анализа, основанных на использовании представлений о линейных эквивалентах объемных проб. Известно, что уровни селекции полезного ископаемого определяются размерами тех элементарных объемов недр, по которым осуществляется селекция при добыче. Чем больше элементарные объемы селекции, тем стабиль-

Зависимость оценок средних содержаний (\bar{c}), линейных запасов (m_c) условного металла и коэффициентов рудоносности (K_p) от бортового содержания (c_b) при сглаживании исходных данных различными окнами

Бортовое содержание c_b , %	Размер сглаживающего окна, м	Среднее содержание \bar{c} , %	Линейный запас m_c , метро-процент	Коэффициент рудоносности K_p , %
5	5	12,8	430	1
	11	12,4	424	1
8	5	14,6	375	0,87
	11	13,3	366	1
10	5	19,0	318	0,63
	11	14,3	346	0,9

нее средние содержания полезных компонентов в них и меньше дисперсии этих содержаний. Таким образом, эффект селекции полезного ископаемого может быть оценен по функции статистического распределения полезного компонента в минимальных объемах селекции при добыче. Для расчета этой функции, по данным геологоразведочных работ, могут быть использованы результаты рядового опробования, если рассматривать рядовые пробы как линейные эквиваленты объемных проб, сопоставимых с минимальными объемами селекции полезного ископаемого.

Дисперсии содержаний или статистические функции их распределения в минимальных объемах селекции могут быть рассчитаны геостатистическими методами, а для оценок примерных значений их линейных эквивалентов достаточно использовать эмпирические формулы [13, 30]. Так, линейный эквивалент (l) пробы кубической формы с длиной стороны a при условии изотропного строения полезного ископаемого равен $2,7 a$. Если проба имеет форму параллелепипеда со сторонами ($a \geq b \geq c$), то ее линейный эквивалент рассчитывается как $l = a + b + c/2$.

Для целей оптимизации кондиционных параметров можно считать, что дисперсии содержаний полезного компонента в линейных пробах и в сопоставимых с ними объемах селекции различаются примерно в 2—2,5 раза. Следовательно, дисперсия содержаний в объемах полезного ископаемого порядка 8 м^3 будет эквивалентна дисперсии содержаний в пробе длиной около 5 м, а в объемах полезного ископаемого 27 м^3 — в пробе длиной около 11 м. Поэтому результаты опробования рассмотренного выше разведочного пересечения были последовательно сглажены статистическими окнами в 5 и 11 м, а контуры залежи при заданном бортовом содержании определялись непосредственно по сглаженной кривой (рис. 10). Результаты оконтуривания приведены в табл. 27, а сравнительные данные оконтуривания с применением и без применения сглаживания исходных данных показаны на рис. 11.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что сглаживание исходных результатов опробования окнами различных длин не приводит к заметным искажениям контуров промышленного оруднения по сравнению с обычными способами оконтуривания. В случаях же их отчетливого несовпадения сглаженный контур представляется более достоверным, поскольку он отражает закономерные, а не случайные пространственные изменения содержаний полезных компонентов в объемах, близких к минимальным объемам селекции полезного ископаемого. Так, характеристики продуктивности, средних содержаний и линейных запасов, установленные с помощью сглаживания исходных данных окнами в 5 и 11 м, отражают статистические характеристики распределения содержаний по 5 и 11-метровым линейным пробам, которые экви-

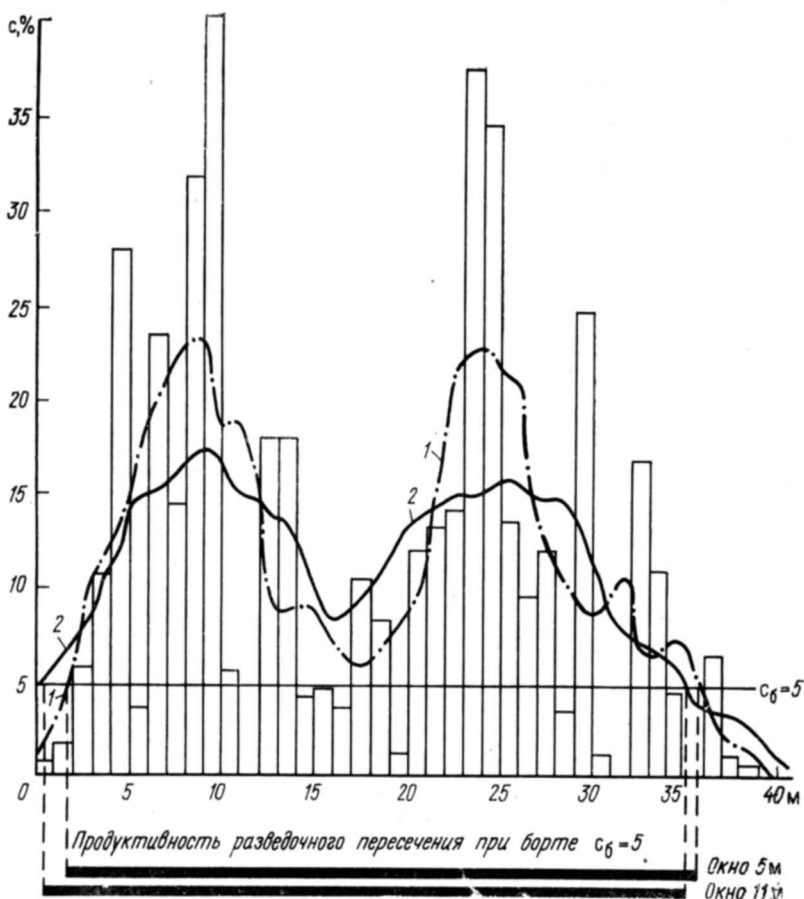


Рис. 10. Пример оконтуривания залежи по заданному содержанию ($c_g = 5$) с предварительным сглаживанием исходных данных статистическими окнами различной длины.

При длине сглаживания окна: 1 — 5 м; 2 — 11 м

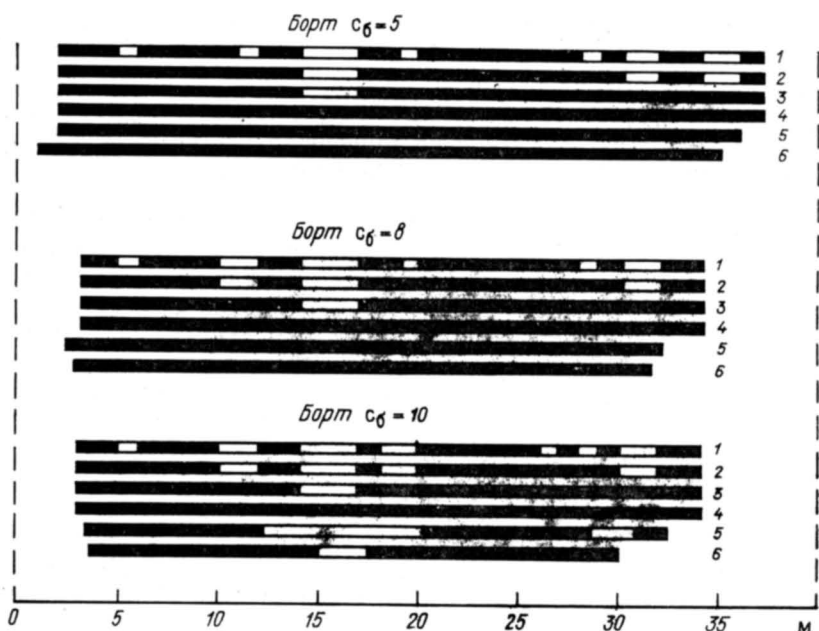


Рис. 11. Сравнительная характеристика продуктивностей разведочного пересечения при различных бортовых содержаниях полезного компонента, мощностях пустых прослоев и размерах сглаживающих окон:

1 — без учета пустого прослоя; с пустым прослоем: 2 — 1 м, 3 — 2 м, 4 — 4 м; с длиной сглаживающего окна: 5 — 5 м, 6 — 11 м

валентны распределениям содержаний в кубических блоках селекции со сторонами соответственно 2 и 3 м. Поэтому большая мощность и сплошное строение залежи, установленные при ее оконтуривании по борту 10 с включением пустого прослоя мощностью до 4 м, вряд ли подтвердятся на практике.

Такое представление сложилось в результате случайного расположения одной пробы с содержанием выше 10 единиц в центре обедненного участка, что позволило включить в промышленный контур два примыкающих к ней бедных интервала. Сходное положение наблюдалось и в приконтактной части залежи. По сглаженным данным, учитывающим влияние всех соседних проб, оба обедненных интервала оказались за контурами залежи, что более правдоподобно. Таким образом, при оконтуривании запасов по заданному содержанию целесообразно подвергать исходные данные опробования предварительному сглаживанию статистическими окнами, сопоставимыми по размерам с линейными эквивалентами объемных проб, близких по размерам к проектируемым блокам селекции полезного ископаемого.

Экспериментальная проверка эффективности тренд-анализа исходных данных опробования разведочных скважин проведена А. Б. Кажданом и С. Н. Регентовым на одном из отработанных

участков штокверкового молибденового месторождения, приуроченного к апикальной части интрузива гранит-порфиров. Промышленная часть штокверка представляет собой уплощенное тело неправильной формы со сложными и нечеткими контурами мощностью до 100—150 м. Штокверк образован системой пересекающихся круто- и пологопадающих молибденитовых и кварц-молибденитовых прожилков мощностью до 2—5 см, быстро выклинивающихся как по простиранию, так и на глубину. Месторождение разведывалось по сети порядка 50×50 м системой колонковых скважин, которые опробовались интервальными керновыми пробями длиной около 1 м. Обработка месторождения осуществлялась открытым способом, уступами высотой 10 м (три из десяти уступов имели высоту 15 м).

Оконтуривание балансовых запасов по результатам разведочных работ проводилось по бортовому содержанию 0,04 % молибдена, при минимальном промышленном содержании 0,05 % и максимальной мощности прослоев пустых пород или некондиционных руд до 10 м.

Оценка вероятных размеров элементарных объемов селекции производилась исходя из существующей высоты уступа карьера, равной 10 м (высота объема селекции), и минимального расстояния между буровзрывными скважинами 8 м как вдоль фронта, так и по ширине уступа (длина и ширина объема селекции). Таким образом, расчетный линейный эквивалент вероятного объема селекции составил $l = 10 + 8 + 4 = 22$ м; это и определило длину скользящего статистического окна при сглаживании исходных данных опробования по каждой из разведочных скважин.

Для сокращения числа вычисленных операций шаг скольжения был принят постоянным и равным 5 м (при вышеуказанной длине статистического окна), что незначительно огрубляет полученные результаты по сравнению с переменным шагом, равным длине каждой рядовой пробы.

Проведенным тренд-анализом установлено, что сглаживание исходных данных опробования скважин не привело к принципиальным изменениям общих контуров промышленного оруденения по сравнению с традиционными способами оконтуривания. В случаях же их заметного несовпадения сглаженный контур оказался более достоверным, поскольку он отражает закономерные, а не случайные пространственные изменения содержания молибдена в объемах, близких к минимальным объемам селекции руд при их открытой добыче. Так, например, по данным опробования скв. 80 (рис. 12) с учетом принятых кондиций устанавливалось четыре интервала с кондиционным оруденением при общей продуктивной мощности 110 м, коэффициенте рудоносности 0,55 и среднем содержании молибдена 0,1 %, в то время как по результатам сглаживания общая продуктивная мощность составляла только 94 м при коэффициенте рудоносности равном единице, и среднем содержании молибдена 0,075 % (небольшой участок на интервале 23—25 м с содержанием ниже минимального промыш-

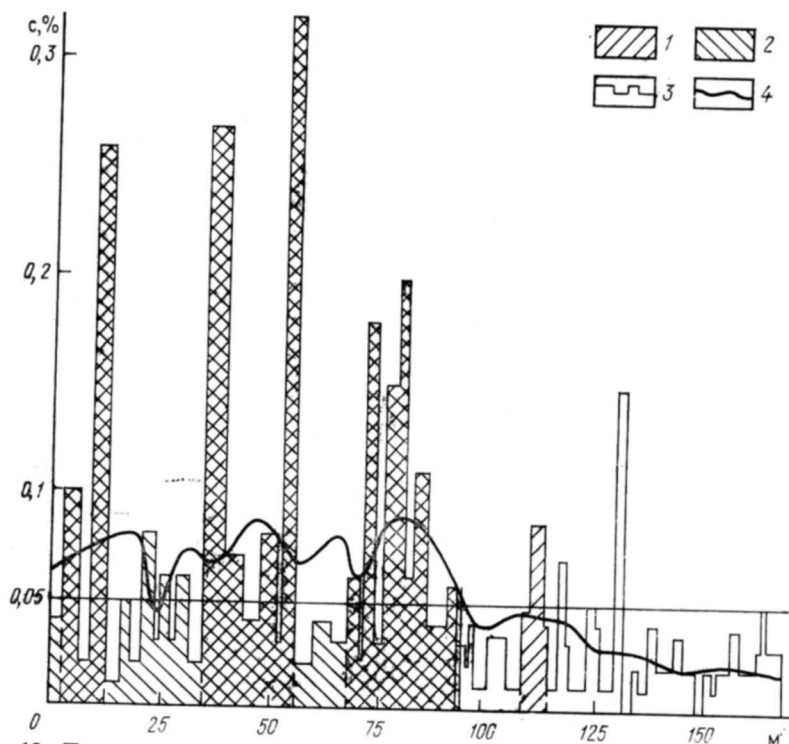


Рис. 12. Пример выделения продуктивной мощности по сглаженной кривой содержания.

1 — рудные интервалы, выделенные при традиционном способе оконтуривания запасов; 2 — продуктивная мощность, выделенная по предлагаемому методу; график содержания молибдена: 3 — по рядовым пробам, 4 — по рядовым пробам со сглаживанием

ленного следует включать в промышленный контур, поскольку его длина заведомо меньше поперечного сечения объема селекции руд). Сплошное строение залежи и более низкое среднее содержание молибдена по скважине, по сравнению с результатами оконтуривания промышленно-ценных интервалов традиционным способом, лучше согласуется с проектируемыми технологическими условиями отработки месторождения, в которых учтено разубоживающее влияние минимального объема селекции руд порядка 640 м³.

Для доказательства этого положения были сопоставлены содержания молибдена и общая мощность кондиционных рудных интервалов, полученные при оконтуривании по предлагаемому и традиционному способам, с фактическими данными по многочисленным буровзрывным скважинам, расположенным в зонах влияния разведочных скважин на каждом из отработанных уступов карьера.

В сопоставлении участвовали данные по эксплуатационным буровзрывным скважинам, пробуренным на десяти уступах карьера высотой от 10 до 15 м, которые сравнивались с результатами

опробования и оконтуривания по разведочным колонковым скважинам в интервалах, совпадающих с высотами эксплуатационных уступов. Результаты опробования по 112 интервалам разведочных скважин были сопоставлены с данными опробования 5593 эксплуатационных буровых скважин, расположенных в зонах их влияния. Поскольку на один интервал разведочной скважины в пределах каждого уступа карьера приходилось в среднем около пятидесяти эксплуатационных буровзрывных скважин, средние оценочные параметры, вычисленные по всей совокупности буровзрывных скважин, можно считать близкими к истинным. Они могут быть приняты за эталонные, а средние параметры по интервалам разведочных скважин, вычисленные предлагаемым и традиционным методами, позволяют оценить относительные погрешности каждого из методов. Сравнение показало, что общая мощность рудных интервалов и среднее содержание молибдена при оконтуривании по предлагаемому способу на 10,5% относительно ближе к фактическим данным, чем при оконтуривании традиционным методом.

Использование тренд-анализа исходных данных опробования скважины способствовало снижению относительных погрешностей оценок среднего содержания молибдена почти в 2 раза (16% вместо 27%) и более достоверной оценке коэффициента рудоносности (0,98 вместо 0,86) при статистически незначимой погрешности оценки среднего значения линейного запаса.

При увеличении длины скользящего статистического окна до 25—27 м (это ближе соответствовало бы размеру линейного эквивалента объема селекции, так как часть отработанных уступов карьера достигала в высоту не 10, а 15 м), среднее содержание молибдена в отработанном контуре оказалось бы еще ближе к эталонному, что привело бы к еще большему снижению относительной погрешности ее определения.

Таким образом, способ оконтуривания запасов с предварительным сглаживанием исходных данных опробования скользящим статистическим окном, равным линейному эквиваленту предлагаемого объема селекции руд при их добыче, обеспечивает:

— однозначное решение задачи оконтуривания по заданному содержанию;

— меньшие погрешности оценок важнейших характеристик запасов по сравнению с традиционными способами оконтуривания залежей с применением нескольких кондиционных параметров.

Преимуществом предлагаемого метода является также возможность существенного сокращения числа кондиционных параметров, необходимых для оконтуривания запасов с учетом проектируемого объема селекции руд. Разведанные запасы могут быть однозначно оконтурены по одному экономически обоснованному минимальному содержанию полезного компонента в заданном объеме селекции, причем это содержание одновременно выполняет роль как бортового, так и минимального промышленного содержания. При расчетах содержаний полезных компонентов в заданных объемах селекции руд отпадает необходимость в опре-

делении максимально допустимых мощностей пустых пород или некондиционных руд, а также в установлении предельных значений коэффициентов рудоносности, поскольку при правильном выборе объемов селекции оба этих параметра учитываются автоматически. Все это обеспечивает возможность оптимизации условий оконтуривания запасов по заданному содержанию полезного компонента и способствует успешному завершению многолетней дискуссии о целесообразном числе кондиционных параметров, лимитирующих минимальные содержания полезных компонентов при оконтуривании и оценке рудных месторождений.

Предлагаемый метод требует дальнейшей экспериментальной проверки. Однако уже по данным проведенных исследований очевидно, что он может быть успешно использован не только на штокерковых месторождениях, но и на месторождениях других морфогенетических типов, в частности на жильных месторождениях, для оконтуривания рудных участков в продольных плоскостях жил. Обоснование минимального промышленного содержания во всех случаях целесообразно по замыкающим затратам (без использования приведенных затрат), а в качестве экономического критерия оптимальности лучше всего использовать величину максимального суммарного экономического эффекта за весь период эксплуатации месторождения (Э) без дисконтирования. В связи с тем, что на ранних стадиях геологоразведочных работ оцениваемые объемы недр, к которым относится минимальное промышленное содержание, увеличиваются (до объема всего месторождения на стадии поисково-оценочных работ), необходимо разработать методические подходы, позволяющие обоснованно изменять значения промминимума в зависимости от размера элементарного объема недр, к которому оно относится, а также учитывать влияние фактора времени и принципа «окупаемости предстоящих затрат».

Учитывая неопределенность оконтуривания залежей по заданному содержанию, во всех случаях следует отдавать предпочтение способам определения промышленных контуров запасов по совокупности наблюдаемых геологических, геофизических и геолого-геохимических данных с разделением запасов на балансовые и забалансовые с помощью промминимума. Особенно важно соблюдение этого требования на ранних стадиях геологоразведочных работ.

Правильному учету фактора времени весьма способствовало бы введение еще одной группы маржинальных (предельно-промышленных) запасов по их народнохозяйственному значению. Эта группа запасов (резерв 1-й очереди, реализуемых в период работы горного предприятия) способствовала бы более четкому учету минерально-сырьевой базы и планированию геологоразведочных работ на ближайшие 10—15 лет, а также разработке конкретных методов учета фактора времени при геологоразведочных работах.

Подсчет запасов полезных ископаемых

Подсчет запасов — это не столько совокупность вычислительных операций, сколько всесторонний анализ и обобщение всех геологических, геофизических, геохимических и других экспериментальных данных, полученных в процессе геологоразведочных работ. В отчетах о результатах геологоразведочных работ обобщаются представления о геолого-промышленном типе месторождения, строении, составе и условиях залегания тел полезных ископаемых, закономерностях их размещения в конкретных геологических структурах и оцениваются перспективы месторождения, технологические свойства полезных ископаемых, условия их добычи и переработки. В результате подсчета запасов создается геолого-промышленная модель месторождения, отражающая достигнутое детальность его изучения, оцениваются запасы и прогнозные ресурсы полезных ископаемых, содержащихся в них полезных компонентов, надежность общих цифр запасов и среднеблочных значений важнейших геологоразведочных параметров. Таким образом, результаты подсчета запасов обеспечивают исходные данные для оценки геологических особенностей месторождения и ценности заключенного в нем полезного ископаемого.

Факторы, осложняющие подсчет запасов

Выборочный характер исходных эмпирических данных, в первую очередь мощностей полезных ископаемых и содержаний в них полезных компонентов, обеспечивает достоверную информацию лишь по отдельным, разобщенным разведочным пересечениям. Для суждения о характеристиках полезных ископаемых в промежутках между разведочными пересечениями по наблюдаемым данным проводятся предполагаемые контуры залежей (зон) полезных ископаемых, вычисляются их объемы и средние значения важнейших геологоразведочных параметров в оцениваемых объемах. Проведенные контуры и вычисленные статистические средние могут весьма значительно отличаться от истинных контуров и средних, так как при распространении исходных данных по разведочным пересечениям на прилегающие к ним объемы недр неизбежно возникают погрешности. Величина этих погрешностей зависит от сложности строения месторождения полезного ископаемого, а также от геометрии разведочной сети. Чем сложнее строение месторождения и тел полезных ископаемых, сильнее изменчивость их свойств и реже сеть разведочных пересечений, тем больше погрешности распространения исходных геологоразведочных данных на весь оцениваемый объем. В литературе они получили название «погрешностей аналогий».

Среди погрешностей аналогий следует различать погрешности интерполяции и экстраполяции геологоразведочных данных. По-

грешности интерполяции возникают в связи с тем, что распространение эмпирических данных чаще всего производится по линейному закону, в то время как реальная изменчивость оцениваемых параметров значительно сложнее. Кроме того, на погрешности линейной интерполяции накладываются погрешности, возникающие в результате несоответствия средних содержаний полезного компонента в объемах проб их средним содержаниям в объемах оцениваемых блоков. В общем случае пробы с низкими содержаниями приводят к недооценке, а пробы с высокими содержаниями — к переоценке средних содержаний в оцениваемых блоках, причем это несоответствие закономерно уменьшается с увеличением размеров (объемов) проб. На величины погрешностей интерполяции оказывают совокупное влияние и другие факторы, в связи с чем их оценка представляет собой сложную вычислительную задачу. Однако, несмотря на сложность вычислений, погрешности интерполяции могут быть представлены в цифровом выражении. В отличие от них погрешности экстраполяции выразить количественно практически невозможно. Они могут достигать бесконечно больших значений, поскольку при распространении разведочных данных за пределы изученного объема никогда не исключен случай практически полного их неподтверждения.

Проблема распространения экспериментальных наблюдений по разведочным пересечениям на прилегающие к ним объемы недр включает разработку методов расчета средних значений геолого-разведочных параметров в зависимости от наблюдаемых свойств полезных ископаемых в недрах, геометрии разведочной сети и оцениваемого объема недр, а также обоснование методики учета и оценки возникающих при этом погрешностей аналогий. Успешное решение этой проблемы возможно только на основе геологического анализа результатов разведки с выявлением пространственных связей полезных ископаемых и рудоконтролирующих элементов геологического строения, обладающих по сравнению с ними значительно большей стабильностью условий залегания и более крупными размерами.

Как правило, наиболее существенные просчеты в оценке месторождений полезных ископаемых возникают не в связи с дефектами методики подсчета запасов, а в результате неправильных геологических представлений структурной позиции месторождения, особенностей морфологии залежей полезных ископаемых или их связей с элементами геологического строения. Так, например, неверное представление о Чердолякском оловорудном месторождении как о мощном штокверке привело к завышению представлений о его масштабах в 5 раз. При более детальном изучении этого месторождения выяснилось, что оруденение приурочено к системам параллельных зон смятия, разделенных участками практически безрудных пород. Переоценка роли пострудной тектоники привела к значительному завышению запасов Чатыр-Кульского медного месторождения, где системы мелких разрозненных рудных тел

неправильно рассматривались как смещенные участки крупных рудных залежей, и т. д.

Заметное снижение погрешностей аналогии при подсчетах разведанных запасов полезных ископаемых может быть достигнуто с применением более совершенных приемов математической обработки исходных данных, основанных на методах множественной корреляции, сглаживания или других методах нелинейной аппроксимации наблюдаемых значений геологоразведочных параметров. Так, например, для оценок среднеблочных содержаний могут использоваться различные весовые функции, а для определения контактовых поверхностей в подсчетных блоках — степенные полиномы по координатам точек пересечения висячих и лежащих боков залежей, вычисление которых целесообразно только с применением ЭВМ. При этом следует иметь в виду, что использование сложных приемов математической обработки исходных данных обеспечивает реальное снижение погрешностей аналогий не в целом по оцениваемому объекту, а лишь в пределах ограниченных оценочных объемов и при условии достаточно большого числа разведочных пересечений. Поэтому эффективность применения ЭВМ для целей подсчета запасов закономерно возрастает с повышением детальности разведочных работ по мере перехода от предварительной к детальной и особенно к эксплуатационной разведке.

В методической литературе описано более двадцати способов подсчета запасов, которые различаются друг от друга способами преобразования сложных по форме тел полезных ископаемых в равновеликие им по объему, но более простые по форме геометрические тела и способами распространения экспериментальных данных, полученных по разведочным пересечениям, на прилегающие к ним объемы полезного ископаемого. В геологоразведочной практике наиболее широкое распространение получили три способа: способ разрезов, блоков и статистический, описание которых можно найти в любом методическом руководстве по разведке полезных ископаемых. Экспериментальными исследованиями В. И. Смирнова и А. П. Прокофьева установлено, что ошибки, связанные с применением различных способов подсчета запасов, не превышают величин погрешностей определения параметров подсчета, технических операций подсчета и тем более погрешностей аналогий [37]. Поэтому в каждом конкретном случае следует выбирать такой способ подсчета запасов, при котором наиболее полно учитываются и отражаются геологические особенности строения месторождения и максимально сокращаются затраты времени и средств, связанные с процедурой подсчета запасов. Наиболее ответственными операциями подсчета запасов являются их оконтуривание и блокировка, вычисление средних значений геологоразведочных параметров по разведочным пересечениям и их распространение на прилегающие к ним объемы полезного ископаемого.

Оконтуривание и блокировка запасов

В соответствии с действующей классификацией запасы полезных ископаемых подсчитываются в установленных контурах. Построение подсчетных контуров производится с соблюдением требований утвержденных кондиций с максимальным учетом геологических данных, определяющих условия залегания и закономерности пространственного размещения полезных ископаемых в конкретных геологических структурах.

Оконтуривание запасов сводится к проведению общих промышленных контуров, которые отделяют балансовые запасы от забалансовых и от вмещающих их пород. В пределах общих контуров выделяются геологически и технологически однородные участки и блоки, различающиеся по строению, составу, морфологии или степени разведанности полезного ископаемого. Операция выделения технологически и геологически однородных блоков получила наименование блокировки.

Оконтуривание запасов по результатам геологоразведочных работ производится последовательно — сначала по разведочным пересечениям, затем по разведочным разрезам и, наконец, в продольных плоскостях, т. е. в объеме всего месторождения.

Оконтуривание запасов, сконцентрированных в достаточно крупных телах полезных ископаемых с отчетливыми геологическими контактами, особых сложностей не вызывает. По разведочным пересечениям оно проводится, по данным геологической документации, с проверкой соответствия выделенных промышленных интервалов требованиям кондиций. Для оконтуривания запасов в плоскостях разведочных разрезов и в продольных плоскостях залежей полезных ископаемых данные по разведочным пересечениям распространяются на прилегающие к ним участки полезного ископаемого. Контуров проводятся путем интерполяции данных, наблюдаемых между смежными разведочными пересечениями, или путем их экстраполяции за их пределы. Поскольку при построении разведочных разрезов геолог не располагает сведениями о геологическом строении участков и свойствах полезных ископаемых между разведочными пересечениями и, тем более, за их пределами, задача оконтуривания по разрезам, в отличие от оконтуривания по разведочному пересечению, всегда в большей или меньшей степени неопределенна.

Для достоверной увязки смежных рудных интервалов нужно быть уверенным в том, что оба они принадлежат к одному и тому же скоплению полезного ископаемого. Если же такой уверенности нет, то в едином контуре должны объединяться не отдельные тела, а геологически однородные группы сближенных рудных интервалов, представляющие собой рудоносное образование следующего, более низкого структурного уровня. Фактические данные, обосновывающие представления о внутреннем строении полезных ископаемых, морфологии и условиях залегания отдельных скоплений, могут быть получены лишь по принципу выборочной детализации

наблюдений в пределах наиболее типичных участков месторождения. В дальнейшем эти участки используются как эталоны, а наблюдения по ним по принципу аналогии распространяются на смежные участки сходного геологического строения. Таким образом, важнейшая задача оконтуривания запасов в поперечных и продольных разведочных разрезах сводится к выявлению того уровня в строении полезного ископаемого, структурные элементы которого могут быть геометризованы при данной густоте разведочной сети. Нарушение этого требования, когда интервалы по смежным разведочным пересечениям необоснованно объединяются в единые рудные тела, искажает представления о строении и качестве полезных ископаемых и приводит к серьезным ошибкам при оценке их запасов.

Повышению достоверности оконтуривания запасов способствует детальное изучение естественных форм выклинивания тел полезных ископаемых, закономерностей их связи с элементами геологического строения или составом вмещающих пород. Оконтуриванию запасов по разрезам должно предшествовать обобщение геологических данных, построение и взаимоувязка рудовмещающих геологических структур, поскольку они значительно лучше выдерживаются по различным направлениям и обладают более крупными размерами, чем приуроченные к ним тела полезных ископаемых. После обобщения геологических данных на разрезы выносятся горизонты и пласты «благоприятных» вмещающих пород, зоны околорудных метасоматических изменений, аномальные геофизические и геохимические поля, тектонические нарушения и другие элементы геологического строения, определяющие возможные пределы пространственного размещения потенциально рудоносных образований. Максимально полный учет влияния геолого-структурных, литологических и минералого-геохимических факторов на условия размещения залежей полезных ископаемых способствует повышению достоверности оконтуривания запасов в недрах. Особенно важное значение такой учет приобретает при экстраполяции контуров предварительно оцененных запасов, которыми определяются промышленные перспективы месторождения. Поскольку запасы категории C_2 служат основой для проектирования детальных разведочных работ, экстраполяция внешних контуров должна базироваться на солидных геологических прогнозах, но в то же время отличаться смелостью в пределах благоприятных геологических структур.

Во всех случаях оконтуривания запасов рекомендуется по возможности избегать применения формальных геометрических приемов (на половине, на одной четверти расстояния между смежными пересечениями и т. д.). Они могут применяться лишь при том условии, когда возможности использования геологической информации полностью исчерпаны. Однако и при этом выбор расстояний между внешним и внутренним контуром или способ проведения внешнего контура должны основываться на обобщении известных геологических закономерностей.

В отличие от оконтуривания по геологическим границам оконтуривание по заданному содержанию представляет собой значительно более сложную и всегда неоднозначную задачу, решение которой зависит не только от величины принятого предельного содержания, но и от того объема, на который распространяется это содержание. В зависимости от того элементарного объема недр, на который при оконтуривании запасов распространяется заданное предельное содержание, будут изменяться контуры залежей, средние содержания в них полезного компонента и коэффициенты их рудоносности.

В практике оконтуривания предельное («бортовое») содержание распространяется, как правило, на объем геологической пробы, т. е. на исчезающе малый объем полезного ископаемого по сравнению с его объемом в контурах оцениваемых запасов. Поскольку объемы геологических проб выбираются при разведке месторождений произвольно и никак не лимитируются требованиями кондиций, можно считать, что влияние этого фактора на оконтуривание запасов практически не учитывается, хотя оно может оказаться весьма значительным. С учетом требований горной технологии значение частных содержаний в пробах должно распространяться на такие элементарные объемы недр, которые будут сопоставимы с объемами селекции полезного ископаемого при его добыче.

Распространению наблюдавшихся содержаний на заданные объемы селекции полезного ископаемого способствует подбор соответствующих длин (объемов) проб, размеров пустых прослоев, включаемых в промысловые контуры на разубоживание, рабочих мощностей и предельных линейных запасов по разведочным пересечениям. Часть этих параметров обычно предусматривается кондициями к подсчету запасов, однако, как правило, без достаточной увязки с предполагаемыми объемами селекции при добыче. Поэтому конкретные реализации подсчетов запасов, в зависимости от совокупности значений перечисленных кондиционных параметров, могут весьма заметно различаться друг от друга и не соответствовать требованиям горной технологии в отношении проектируемых объемов селекции полезного ископаемого. Так, например, по данным И. Д. Когана (1974 г.), технико-экономическими расчетами на одном из ртутных месторождений доказано, что эффективная разработка ртутных руд возможна лишь при объемах селекции не менее 120 м^3 . Отсюда при оценках коэффициентов рудоносности все кондиционные пробы длиной менее 5 м должны исключаться из подсчета (если их линейные запасы на пятиметровый интервал не компенсируются более высокими содержаниями ртути). С учетом принятого объема селекции, очевидно, что и оконтуривание залежей на этом месторождении следовало бы проводить не по двухметровым, а по крайней мере по пятиметровым линейным пробам или по предварительно сглаженным данным опробования при размерах скользящего окна не менее 5—6 м.

Несоответствие размеров линейных проб и других кондиционных параметров требованиям горной технологии к объемам селекции руд приводит на практике к неподтверждениям расчетных контуров среднеблочных коэффициентов рудоносности и содержания. Приведенный пример свидетельствует о том, что методы оконтуривания залежей полезных ископаемых по заданным содержаниям нуждаются еще в дальнейшем совершенствовании. В частности, для уменьшения влияния случайных составляющих изменчивости содержания на положение контуров залежей и для выявления их закономерных составляющих при заданном уровне селекции полезного ископаемого целесообразно предварительное сглаживание исходных данных опробования скользящими окнами определенной длины. Оптимальные длины сглаживающих окон должны определяться вероятными размерами и формами проектируемых объемов селекции полезного ископаемого и рассчитываться как их линейные эквиваленты. Учитывая несовершенство приемов и неоднозначность результатов оконтуривания по заданному содержанию, следует во всех случаях, когда это возможно, отдавать предпочтение способам оконтуривания по совокупности выявляемых геологических границ рудоносных образований, особенно при оценках месторождений по результатам ранних стадий геологоразведочных работ. Лишь при оценках месторождений по результатам детальной и особенно эксплуатационной разведки, когда способ вскрытия и система их разработки установлены, целесообразно оконтуривание рудных тел по заданному содержанию с учетом проектируемых или уже реализованных объемов селекции руд. При этом, однако, надо помнить, что при изменении объемов селекции ископаемого необходим и соответствующий пересмотр кондиций к подсчету их запасов.

Блокировка запасов внутри их общего промышленного контура проводится для сепаратной оценки запасов различных природных или технологических сортов и типов полезного ископаемого, а также участков залежей, разнородных в геологическом и технологическом отношении. С увеличением детальности разведочных работ подсчетные блоки полезного ископаемого все более ограничиваются и по их размерам.

Вычисление средних значений геологоразведочных параметров по пересечениям и методы их распространения на прилегающие объемы недр

Исходными геологоразведочными параметрами для подсчета запасов являются объем тела (блока) полезного ископаемого, его объемная масса, среднее содержание полезного компонента в подсчитываемом объеме и часто поправочные коэффициенты к подсчету запасов.

Определение объемов тел полезных ископаемых или подсчетных блоков зависит от выбранного способа подсчета. При подсчетах запасов способами разрезов они рассчитываются как произ-

ведения средней площади в двух смежных разрезах на расстояние между ними. В зависимости от соотношений площадей в двух смежных разрезах, ориентировок их длинных и коротких осей, параллельности или непараллельности разрезов используются и другие, более сложные геометрические формулы, в том числе формулы, учитывающие влияния других, ближайших к ним поперечных сечений [13, 30].

При подсчетах запасов способами блоков объемы вычисляются как произведения площадей блоков, измеренных в их продольных плоскостях на вертикальных или горизонтальных проекциях, на среднюю мощность тела полезного ископаемого в пределах блока. Для компенсации искажений истинных площадей блоков при их проектировании на вертикальную или горизонтальную плоскость для расчетов используются не истинные, а соответственно горизонтальные либо вертикальные мощности. Вычисления истинных, горизонтальных и вертикальных мощностей тел полезных ископаемых по замерам их стволовых мощностей в скважинах производятся с учетом измеренных зенитных и азимутальных искривлений скважины с применением формул тригонометрии или аналитической геометрии.

Вычисления средних значений объемных масс выполняются среднеарифметическим методом по достаточно большому числу частных лабораторных его определений (обычно до 100 и более). Вычисленные значения средних объемных масс сопоставляются с результатами их контрольных определений непосредственно в массиве (маркшейдерским либо радиометрическим методом), и в необходимых случаях в них вносятся поправки на неучтенную в лабораторных пробах трещиноватость или макропористость. Массы по объему вычисляются для полезных ископаемых в воздушно-сухом состоянии введением поправок за естественную влажность (как отношение потери массы сухого образца к массе влажного образца). Для полезных ископаемых со значительными и изменчивыми содержаниями тяжелых компонентов по результатам испытаний и анализов представительного числа проб составляются номограммы зависимости объемных масс от содержаний тяжелых компонентов, по которым и определяются среднеблочные объемные массы.

Содержания полезных (и вредных) компонентов по разведочным пересечениям определяются по данным анализов проб либо ядерно-физическими методами непосредственно в коренном залежании полезного ископаемого. В общих случаях средние содержания рассчитываются как средневзвешенные на фактически опро- бованные мощности.

Поправочные коэффициенты к подсчету запасов можно разделить на две группы: связанные с недостатком исходных геологических данных и связанные с низким качеством геологоразведочных работ. К поправочным коэффициентам первой группы относятся коэффициент рудоносности, коэффициенты на безрудные дайки, на закарстованность, валунистость, льдистость и др. Необ-

ходимость их введения в подсчет связана с тем, что те или иные заведомо безрудные участки обладают меньшими размерами по сравнению с размерами разведочной сети и не могут быть поэтому полностью выявлены. Введение этих коэффициентов необходимо, поскольку они всегда корректируют (понижают) истинные запасы полезных компонентов. Применение поправочных коэффициентов требует достаточно надежного обоснования их значения с оценкой статистической значимости принятых величин. К поправочным коэффициентам, связанным с низким качеством работ, относятся коэффициенты, исправляющие погрешности содержаний замеров мощностей или искривлений скважин и др. Потребность во введении подобных коэффициентов свидетельствует о ненадежности исходных геологоразведочных данных, что вызывает недоверие к результатам подсчета запасов. Поэтому их введение в подсчет, как правило, недопустимо, за исключением особых случаев санкционированных применительно к каждому конкретному случаю ГКЗ СССР.

При распространении средних значений геологоразведочных параметров по отдельным пересечениям на прилегающие к ним объемы полезных ископаемых наибольшие осложнения возникают применительно к средним содержаниям полезных компонентов. Погрешности линейной интерполяции содержаний возникают в связи с тем, что их пространственная изменчивость подчинена значительно более сложным законам. Кроме того, на них накладываются погрешности, возникающие в результате несоответствия средних содержаний полезного компонента в объемах проб их средним содержаниям в объемах оцениваемых блоков. На величину погрешности интерполяции оказывают влияние геометрия разведочной сети и геометрия оцениваемого объема недр. В частности, несоответствия средних содержаний в пробах и оцениваемых объемах закономерно уменьшаются с увеличением размеров проб.

Для расчета погрешностей интерполяции содержаний требуется проведение сложных вычислительных операций, но все же они могут быть получены в цифровом выражении, в то время как погрешности экстраполяции содержаний не поддаются статистической оценке. Для суждения об их вероятных величинах используются методы геометризации и тренд-анализа, основанные на выявлении закономерных составляющих изменчивости геологоразведочных параметров.

В практике геологоразведочных работ для вычисления среднеблочных содержаний используется статистический способ средневзвешенного содержания по фактически опробованным мощностям. Длительная дискуссия по этому поводу подтвердила мнение большинства исследователей, что способ средневзвешенного предпочтительнее способа среднеарифметического, поскольку средневзвешенные оценки в любых случаях остаются состоятельными и несмещенными [13, 50]. С использованием современной вычислительной техники возможно применение более сложных весовых функций для вычисления среднеблочных содержаний. В частности,

процедура выбора весовой функции, обеспечивающей получение наименьшей дисперсии оценки среднего содержания, предложена Ж. Матероном и получила название «крайгинга» [13, 14, 30].

С проблемой выбора весовой функции тесно связана проблема так называемых «ураганных проб». Ураганные пробы отличаются от остальных проб весьма малыми размерами реальных зон влияния из-за весьма малых размеров очень богатых скоплений полезных минералов. Хотя первопричиной появления ураганных проб и являются особые природные свойства полезных ископаемых (прерывистость их строения, высокая изменчивость и резкая пространственная неравномерность размещения минеральных концентраций), проблема «ураганности» возникает в связи с конкретными условиями геологоразведочных работ — малым числом и ограниченными размерами проб. При уплотнении разведочной сети, увеличении числа проб или их размеров «ураганные» пробы рано или поздно исчезают. Все это свидетельствует о том, что для решения проблемы выявления и учета ураганных проб необходимо учитывать фактические зоны их влияния, зависящие от геологических особенностей месторождения, а также влияние геометрии проб и геометрии разведочной сети на степень проявления «ураганности» отдельных значений. При такой постановке вопроса задача выявления и учета ураганных проб теряет самостоятельное значение, сливаясь с проблемой распространения наблюдавшихся содержаний на зоны их влияния [13, 14].

Все предложенные к настоящему времени способы выявления и учета ураганных проб основаны на использовании методов математической статистики без учета влияния перечисленных выше факторов. Они предусматривают лишь преднамеренное занижение среднеблочных содержаний для уменьшения риска их неподтверждения, в то время как для научного обоснования степени риска необходимо хотя бы знать функции вероятных экономических потерь, зависящие от ошибок определения среднеблочных содержаний. Пока такие функции не выведены, любая страховка остается волевым приемом, основанным на обобщении практики геологоразведочных работ.

Научной основой для выявления и учета ураганных проб может служить принцип минимизации дисперсии оценки среднеблочного содержания. Однако для этого нужно рассчитать фактические зоны влияния проб (в том числе и ураганных), влияние геометрии разведочной сети, геометрии и числа частных проб, что в первом приближении достигается применением операции «крайгинга». До тех пор пока проблема распространения исходных данных по разведочным пересечениям на тяготеющие к ним объемы полезного ископаемого не будет практически решена, способы и степень учета ураганных проб будут зависеть лишь от воли разведчиков и соображений конъюнктурного характера. С позиции страховки оценок среднеблочных содержаний от возможного их завышения правомерно применение любого из опубликованных в литературе способа.

Однако следует иметь в виду, что учет ураганных проб проводится для страховки от завышения лишь отдельных среднеблочных содержаний, а не для страховки от завышения запасов по всему месторождению в целом. Поэтому, вопреки действующей традиции, дефицит запасов, возникающий вследствие преднамеренного занижения средних содержаний по отдельным блокам, должен пополняться путем размещения неучтенных запасов по всем подсчетным блокам месторождения пропорционально запасу каждого из них.

Особенности подсчета запасов сопутствующих компонентов

Выявление и оценка сопутствующих полезных компонентов целесообразны лишь в тех месторождениях, которые представляют промышленную ценность по главному полезному ископаемому. Поэтому подсчет запасов сопутствующих компонентов производится в контурах подсчета запасов ведущих компонентов. Обычно среди сопутствующих полезных компонентов различают полезные минералы и элементы, рассеянные в полезных минералах. Часто в контурах месторождений полезных ископаемых выделяют и сопутствующие полезные ископаемые, которые залегают в породах вскрыши или перемежаются с залежами главного полезного ископаемого.

Подсчет запасов сопутствующих полезных ископаемых производится, как правило, по данным опробования и документации разведочных пересечений, вскрывающих главное полезное ископаемое. Только на стадии детальной разведки, при наличии потребителя на данный вид сопутствующего полезного ископаемого, допускается проходка горных выработок или разведочных скважин специально для их изучения.

Оценка и подсчет запасов сопутствующих компонентов проводятся по данным анализов групповых проб, специальных минералого-геохимических и технологических исследований руд, в частности количественные анализы мономинеральных проб, продуктов обогащения и переработки.

Объединение большого числа навесок рядовых проб в одной групповой пробе резко сокращает число анализов на сопутствующие компоненты, но соответственно снижает и детальность выявления пространственных закономерностей и размещения в подсчетных блоках. Поэтому запасы сопутствующих компонентов в конкретных блоках часто квалифицируются на категорию ниже по сравнению с запасами основных компонентов и, как правило, не выше категории C_1 .

Кондиции к подсчету запасов сопутствующих компонентов, образующих собственные минералы, рассчитываются по результатам технологических испытаний руд с учетом их природных и технологических сортов. Основным кондиционным параметром является предельное содержание сопутствующего компонента в промышленном контуре основного полезного ископаемого, обеспечивающее экономическую целесообразность его извлечения в

селективный концентрат или в продукт обогащения основных компонентов.

Кондиции к подсчету запасов рассеянных элементов в обогащающихся рудах устанавливаются отдельно по каждому полезному минералу в зависимости от его извлечения в полезный продукт, а целесообразность использования рассеянного элемента оценивается по его минимально допустимому содержанию в продуктах заводского передела с учетом дополнительных затрат, связанных с его извлечением в товарный продукт.

При выявлении отчетливых корреляционных связей между содержаниями основных и сопутствующих компонентов для средних оценок могут быть использованы косвенные — корреляционно-регрессионные методы. При расчетах корреляционных характеристик число исходных пар значений обоих компонентов должно быть не менее 100—150 для обеспечения статистической значимости получаемых результатов при условии статистической однородности оцениваемых блоков. Принципиальное значение при этом имеет выбор геометрии проб, по данным которых оцениваются корреляционные связи в содержаниях элементов. Если запасы сопутствующего компонента подсчитывают по отдельным блокам, то для целей корреляционного анализа следует использовать средневзвешенные содержания обоих элементов по сквозным пробам, пересекающим рудные залежи на их полную мощность [13]. Если же оценки корреляционных связей необходимы для решения задач селекции (сортировки) руд, то для целей корреляционного анализа должны использоваться содержания компонентов по частным пробам, линейные эквиваленты которых сопоставимы с предполагаемыми объемами селекции (сортировки) руд.

Для оценки линейных корреляционных связей между элементами могут использоваться коэффициенты корреляции, а для оценок нелинейных связей — корреляционные отношения. Средние содержания сопутствующих компонентов, оцененные с помощью корреляционно-регрессионных методов, используются в дальнейшем для подсчета их запасов в соответствующих блоках.

Глава 8

Достоверность подсчета запасов полезных ископаемых

Прогнозный характер оценок запасов

Проблеме достоверности оценок разведанных запасов посвящено много работ, но до сих пор не установлено единых принципов и подходов к ее решению. Одни исследователи [7, 29, 30] считают, что в качестве основного критерия степени разведанности запасов следует принимать точность оценок средних значений важнейших геологоразведочных параметров и общих цифр запасов, другие [15, 50] обращают внимание на необходимость оценки не столько погрешностей подсчета запасов, сколько погрешностей, связанных

с представлениями об условиях залегания, морфологии и строении тел полезных ископаемых. В действующих классификациях и методических указаниях для этих целей вообще не рекомендуется каких-либо количественных критериев, а предлагаются только качественные критерии оценки достоверности запасов и степени их разведанности.

Сложность решения проблемы достоверности подсчета запасов обусловлена двумя главными обстоятельствами: прогнозным характером оценок запасов полезных ископаемых и отсутствием единых принципов выбора наиболее информативных показателей этой оценки.

Выборочный метод получения геологоразведочной информации и неизбежные погрешности аналогии, возникающие при определении качества и количества запасов полезных ископаемых в недрах, обуславливают большую или меньшую неопределенность получаемых оценок. На любой, даже самой детальной стадии геологоразведочных работ оценки запасов имеют отчетливо прогнозный характер, что исключает возможность однозначного количественного определения степени неопределенности полученных характеристик запасов по результатам разведочных работ. Оценить достоверность прогноза можно лишь после реализации прогнозируемого события, т. е. практически после полной отработки месторождения, а знать ее необходимо уже к моменту завершения разведочных работ. Как прогнозные величины оценки достоверности разведанных запасов полезных ископаемых в недрах не могут служить основой их классификации, а достоверность оценок запасов конкретного месторождения может быть установлена лишь по принципу аналогии с использованием опыта геологоразведочных и эксплуатационных работ на эталонных месторождениях. Однако даже по результатам эксплуатации месторождения устанавливаются лишь извлеченные запасы, а качество добытого минерального сырья отличается от качества полезного ископаемого в недрах на величину его фактического разубоживания. Поэтому для получения сопоставимых данных необходимо проведение систематических исследований по определению всех видов потерь и разубоживания полезного ископаемого на протяжении всего периода эксплуатационных работ. К тому же непосредственное использование погрешностей оценок и других статистических характеристик изменчивости геологоразведочных параметров не обеспечивает уверенных данных для суждения об уровнях ожидаемых экономических потерь.

Перечисленные обстоятельства часто недооцениваются авторами многочисленных предложений по выявлению и учету фактора «горного риска» (ожидаемых экономических потерь) от неподтверждения ожидаемых параметров месторождения.

Прогнозный характер сведений о количестве и качестве разведанных запасов полезных ископаемых оставляет лишь один реальный путь оценки их достоверности — по принципу аналогии, путем сопоставления результатов разведки оцениваемого месторождения с результатами его изучения на участках детализационных работ,

эксплуатационной разведки и эксплуатации месторождения — эталона.

Качественные критерии достоверности оценки запасов

Достоверность оценки запасов полезных ископаемых в недрах определяется степенью их изученности, которая прежде всего зависит от качества, полноты и детальности выполненных геологоразведочных работ. Действующая классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых предусматривает использование только качественных критериев степени их изученности и обоснованности, роль которых играют категории запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых.

Степень изученности (разведанности) запасов категорий А, В, С₁ и С₂ различается детальностью выявления условий залегания, форм и размеров тел полезных ископаемых, их морфологии и внутреннего строения, пространственного размещения природных разновидностей и технологических типов (сортов) полезного ископаемого, а также детальностью изучения его технологических свойств, гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, горно-геологических и других природных условий эксплуатации месторождения. Обоснованность оценок прогнозных ресурсов различных категорий зависит от масштабов проявления совокупности используемых благоприятных предпосылок и признаков полезных ископаемых — в масштабе месторождения (категория Р₁), масштабе рудного поля или узла (категория Р₂), района или провинции (категория Р₃).

Необходимой предпосылкой достоверной оценки степени разведанности запасов является соответствие создаваемой геологической модели месторождения его истинным природным особенностям. Достоверность модели обеспечивается правильной интерпретацией всей доступной геологической, геофизической и геохимической информации по объекту исследования, с учетом сведений по месторождениям-аналогам, что подтверждается дополнительной информацией, полученной путем выборочного сгущения разведочной сети на типичных участках детализационных работ. Уверенность в соответствии разведываемого месторождения его геологической модели достигается при полном выяснении рудоконтролирующего значения каждого элемента геологического строения, при условии их однозначной увязки в смежных разведочных пересечениях и разрезах, исключающей возможность других вариантов интерпретации геологического строения и рудоконтроля оцениваемого участка недр.

Наиболее крупные просчеты при оценке запасов месторождений полезных ископаемых, по данным результатов геологоразведочных работ, возникают при неправильном понимании геологического строения месторождений, необоснованных обобщениях геологоразведочных данных и неверных геологических прогнозах. Такие просчеты наиболее часты при оценке запасов сложнопостроенных месторождений, однако они не исключаются и на объектах отно-

сительно простого строения в связи с недостатком фактических наблюдений и слабой представительностью геологических материалов.

Оценка достоверности запасов по категориям их разведанности имеет реальный смысл только для регламентированных объемов недр, поскольку характеристика средних содержаний полезных компонентов, возможных погрешностей подсчета запасов и детальности их изучения несопоставимы без указания конкретных объемов, к которым они относятся. В действующей классификации оценка степени изученности условий залегания, форм, строения, морфологии, состава и других свойств относится к отдельным телам полезных ископаемых, без определения их размеров и независимо от стадии геологоразведочных работ. Размеры подсчетных блоков, за исключением случаев детальной разведки месторождений сложного геологического строения, также не лимитируются, что создает дополнительную неопределенность при оценках достоверности запасов полезных ископаемых, разведанных по той или иной категории.

Для представления о целесообразной степени изученности месторождений или их участков в целом в практике геологоразведочных работ используются соотношения балансовых запасов различных категорий. С этой целью действующей классификацией запасов все месторождения твердых полезных ископаемых разделяются по сложности их строения на четыре группы, для каждой из которых устанавливаются соотношения запасов различных категорий, при которых разведанные месторождения (участки) могут считаться подготовленными к промышленному освоению [17].

Для стадий поисково-оценочных и предварительных разведочных работ, а также для разрабатываемых месторождений подобных соотношений и не устанавливается. Ранее уже отмечалась парадоксальность ситуации, когда по мере усложнения геологического строения разведываемых месторождений требования к выборочной детализации геологоразведочных данных не возрастают, а, наоборот, уменьшаются. Если учесть, что главная цель выборочной детализации геологоразведочных данных сводится к выяснению и оценке типичных горно-геологических условий эксплуатации месторождения и переработки минерального сырья с детальностью, обеспечивающей возможность уверенного проектирования и строительства предприятия, то максимальные объемы детализационных работ следовало бы проводить не на простых, а на наиболее сложных месторождениях. В связи с этим следует еще раз подчеркнуть, что в выявлении запасов категорий А и В на детально разведываемых месторождениях простого строения (если запасы сложнопостроенных месторождений, разведанные только по категории C_1 и C_2 , передаются в промышленное освоение и успешно эксплуатируются горными предприятиями), очевидно, нет необходимости. С позиции принципа выборочной детализации очевидно, что чем сложнее месторождение, тем больше эталон-

ных участков, детализирующих особенности их строения, должно быть разведано.

Конкретные объемы детализационных работ могут изменяться в широком диапазоне, в зависимости от геологических особенностей конкретных месторождений, однако общая доля детально изученных запасов должна возрастать с увеличением сложности их строения. Поскольку рациональные объемы детализационных работ должны устанавливаться с учетом индивидуальных особенностей месторождений, соответствующие рекомендации следовало бы устанавливать не в классификации запасов, а в соответствующих инструкциях по применению классификации к месторождениям различных видов минерального сырья. Сомнения в целесообразности регламентации соотношений запасов различных категорий как критериев подготовленности разведанных месторождений (участков) твердых полезных ископаемых для промышленного освоения, высказывались нами и ранее [16]. Представляется, что с геолого-экономических позиций детальность изучения месторождений и предельно допустимые затраты на их детальную разведку должны определяться не сложностью их строения, а масштабами запасов и качеством полезного ископаемого. Чем крупнее масштабы и выше ценность полезного ископаемого, тем больше допустимая доля затрат на детализационные работы, если они способствуют познанию строения месторождения, повышению достоверности оценок, а следовательно, и снижению риска экономических потерь при его эксплуатации.

Количественные критерии достоверности оценки запасов

Количественная оценка степени разведанности запасов имеет смысл лишь в том случае, если по результатам разведки можно уверенно судить о соответствии геологической модели объекту моделирования. Выборочный характер геологоразведочных данных исключает возможность полного совпадения геологической модели месторождения и реального объекта геологоразведочных работ, однако сопоставимость месторождения и его геологической модели является абсолютно необходимой предпосылкой количественной оценки степени достоверности разведанных запасов.

В работах многих отечественных и иностранных исследователей высказывается мнение о том, что за основу количественной оценки степени достоверности (разведанности) запасов следует принимать систему таких показателей, которые оказывают наибольшее влияние на экономическую эффективность горных и обогатительных работ, определяя себестоимость, прибыль и уровень рентабельности горного предприятия, а также степень экономического риска при промышленном освоении месторождения. К числу таких показателей относятся погрешности определения средних содержаний полезных компонентов в добытом минеральном сырье и погрешности показателей, характеризующих условия залегания, форму, строение и пространственное положение скоплений

полезных ископаемых. Значительно меньшее влияние на технико-экономические показатели работы будущего горного предприятия оказывают погрешности определения общих цифр запасов полезных ископаемых. Изменение в общих цифрах запасов при уже выбранной производительности горного предприятия может повлечь за собой лишь изменение величины амортизации капитальных вложений, которые вследствие сокращения времени существования предприятия придется разложить на меньший срок. Как справедливо отмечают М. В. Шумилин и В. А. Викентьев [50], известные примеры неподтверждения запасов месторождения не приводили к тяжелым экономическим последствиям, так как строительство и ввод в действие крупных и капиталоемких горных предприятий, как правило, осуществляется очередями. Поэтому обнаруживаемое неподтверждение (в известных, конечно, пределах) приводит лишь к отказу от расширения горнорудных предприятий, а действующие объекты обычно остаются рентабельными и успешно функционируют.

Таким образом, погрешности в оценке общих цифр запасов полезных ископаемых сказываются только через ряд лет, а чаще и вообще не сказываются, так как на геологически правильно оцененных месторождениях в процессе эксплуатационной разведки всегда выявляются дополнительные минеральные ресурсы.

Ошибки в определении средних содержаний полезных компонентов отражаются на технико-экономических показателях переработки полезного ископаемого с первого дня пуска предприятия [15, 36], оказывая заметное влияние на количество и себестоимость выпускаемой продукции. Ошибки в оценках средних содержаний могут быть связаны как с погрешностями определения средне-блочных содержаний полезных компонентов, так и с расчетами определения коэффициента разубоживания при проектировании эксплуатационных работ, вследствие неверных или неточных представлений об условиях залегания, контурах, строении и пространственном размещении полезного ископаемого в недрах. Погрешности геометризации запасов, искажающие представления о пространственном положении оцениваемых скоплений полезного ископаемого, могут привести к изменению технологии разработки месторождения и, как правило, к увеличению затрат на добычу единицы рудной массы. Неподтверждение средних содержаний полезных компонентов в массе добытого минерального сырья может возникнуть и вследствие неверных оценок уровней объемов селекции полезных ископаемых со сложным прерывистым строением по данным линейных отрезков рядовых проб.

Статистические погрешности оценки общих цифр запасов складываются из технических погрешностей аналогии. Значения технических погрешностей при хорошем качестве геологоразведочных работ невелики и имеют случайный характер. Погрешности замеров мощностей в разведочных горных выработках составляют $\pm 1-2\%$, а в скважинах могут повышаться до $\pm 5\%$. Погрешности определения замеров площадей, определения плотностей

пород и руд находятся в пределах $\pm 3-5\%$. Погрешности определения содержаний полезных компонентов в пробах складываются из погрешностей пробоотбора, обработки и анализов проб. Для отдельных проб они могут достигать $25-30\%$, однако для групп проб они значительно меньше. Случайные погрешности порядка $\pm 10-15\%$ неизбежны и при вычислении различных поправочных коэффициентов.

Возможные суммарные технические погрешности оценки всех параметров, подсчитанные как корни квадратные из сумм частных погрешностей, могут достигать по отдельным блокам величин $\pm 12-25\%$ и более. Однако при значительном числе частных определений n они снижаются в \sqrt{n} раз, уменьшаясь до $\pm 5\%$ и менее. Заметное, часто доминирующее влияние на общие статистические оценки запасов оказывают погрешности аналогии, возникающие в результате распространения значений признаков, измеренных по разведочным пересечениям, на прилегающие к ним объемы недр. По данным зарубежных исследователей, средние погрешности суммарных запасов на разведанных месторождениях меди, полиметаллов и золота достигают $\pm 10-25\%$, а по отчетственным данным [7, 37] — варьируют в пределах $10-15\%$. Обобщением опыта предварительной разведки рудных месторождений и экспериментальными исследованиями ВИЭМСа [8] подтверждается, что после завершения предварительных разведок случайные погрешности подсчетов запасов и средних содержаний металлов составляют соответственно около $15-25\%$ и 10% .

Таким образом, практикой геологоразведочных работ подтверждается возможность определения общих цифр запасов и средних содержаний полезных компонентов в контурах месторождений с достоверностью, вполне достаточной для общей оценки их промысленных перспектив, уже на стадии предварительной разведки с детализацией этих данных по отдельным участкам и блокам после проведения детальных разведочных работ.

Значительно сложнее решается задача правильной оценки средних содержаний полезных компонентов в добываемых рудах, для чего необходимо иметь исходные данные о вероятных показателях их разубоживания на заданном уровне селекции при добыче. Получение этих данных возможно лишь на основе четких представлений об истинных формах, размерах и условиях пространственного размещения рудных скоплений с оценкой погрешности геометризации перечисленных параметров.

В отличие от среднестатистических погрешностей значений геологоразведочных параметров погрешности геометризации всегда односторонни. В условиях ограниченной разведочной информации они приводят к представлениям о более простых формах и строении залежей полезных ископаемых по сравнению с истинными, в связи с чем их влияние на расчетные технико-экономические показатели работы будущего горного предприятия проявляется особенно резко.

Четкие представления об «истинных» формах, размерах и условиях залегания рудных образований могут быть получены по результатам эксплуатационных разведок или на участках детализационных работ. Для оценки погрешностей геометризации устанавливается степень приближения контуров, полученных по данным разведочной сети к «истинным» контурам, которые выявляются по предельно густой сети эксплуатационной разведки. При совмещении разведанных и «истинных» контуров обнаруживаются расхождения двоякого рода — либо «истинный» контур выходит за пределы разведочного контура, либо в отстроеном разведочном контуре обнаруживаются безрудные участки. Отношение суммы всех площадей, искажающих истинное положение контура, без учета знака искажения $\Sigma|S'|$ к величине истинной рудной площади $S_{\text{ист}}$ рассматривается, по предложению Д. А. Зенкова, как ошибка приконтурных искажений, а величина

$$\Delta = \frac{1}{2} \frac{\Sigma|S'|}{S_{\text{ист}}} 100$$

— как погрешность геометризации рудного контура. Погрешность геометризации Δ характеризует степень изученности условий залегания и форм рудных скоплений и может рассматриваться в качестве одного из важнейших критериев разведанности запасов [15, 50]. Она зависит только от сложности истинного контура рудных образований и расстояния между сложными разведочными пересечениями, но не зависит от числа пересечений. При минимальных расстояниях между разведочными пересечениями ее значение стремится к нулю, а при увеличении расстояний она возрастает, достигая в пределе 100%. Расчеты, выполненные по различным морфологически разнотипным месторождениям, запасы которых утверждены в ГКЗ СССР, показывают, что ошибки геометризации для запасов категории C_1 изменяются от 30 до 50%, а категории В — от 20 до 30%. При значениях ошибок геометризации более 50% запасы квалифицируются по категории C_2 .

Использование погрешностей геометризации в качестве количественной меры степени разведанности запасов наиболее эффективно на стадии детальной разведки месторождений, обладающих четкими геологическими границами и сплошным строением залежей полезных ископаемых. В случаях, когда оконтуривание запасов возможно лишь по заданному предельному содержанию, а скопления полезных ископаемых обладают к тому же сложным прерывистым строением, задача выявления их истинных контуров, а также оценки продуктивности и средних содержаний полезных компонентов в кондиционных объемах полезных ископаемых заметно осложняется. Ее решение становится многовариантным в связи с возможностями использования различных значений кондиционных параметров и неоднозначностью оценок эффекта селекции полезного ископаемого при добыче. Помимо погрешностей геометризации контуров, значение важнейших показателей

степени разведанности запасов приобретает в этих случаях также погрешности оценок ожидаемой продуктивности подсчетных блоков и средних содержаний полезных компонентов в объемах селекции. Определение этих погрешностей также возможно лишь по принципу аналогии. Однако если ошибки геометризации контуров могут быть оценены по результатам эксплуатационной разведки или выборочной детализации данных на эталонных участках месторождения, то для определения погрешности оценок продуктивностей блоков и средних содержаний полезных компонентов в объемах селекции необходимо располагать данными очистных работ или проводить специальные исследования по экспериментальной добыче полезного ископаемого из эталонных блоков. На стадии эксплуатационной разведки погрешности оценки продуктивностей эксплуатационных блоков и средних содержаний полезных компонентов в объемах селекции при добыче приобретают значение ведущих показателей степени разведанности запасов.

Учет степени неопределенности информации при геолого-экономической оценке месторождений

Неполнота сведений, а также неизбежные погрешности оценок основных геологоразведочных и ожидаемых технико-экономических параметров предопределяют большую или меньшую неопределенность исходной информации, что препятствует выбору оптимальных условий промышленного освоения месторождения. Неточность данных, используемых при геолого-экономической оценке месторождений, снижает эффект оптимизации на величину некоторого экономического ущерба, часто называемого «горным риском». Еще в 1877 г. Х. Хоскольдом была предложена формула расчета стоимости месторождения, в знаменателе которой учитывалась особая процентная ставка, отражающая степень риска вложений капитала в разработку оцениваемого месторождения. Величина риска, различная для разных полезных ископаемых и отдельных месторождений, первоначально принималась равной 15—25%. В дальнейшем опыт горных работ позволил снизить эту величину до 8—12%, однако приемлемых методов ее обоснования и расчета до сих пор не предложено, хотя вопросы учета горного риска неоднократно рассматривались в работах как отечественных, так и зарубежных исследователей.

Проблема оценки степени горного риска на основе количественных критериев разведанности месторождений требует выяснения функциональных связей между качеством (и приростом) информации, получаемой в результате проведения геологоразведочных работ, и экономическим эффектом, возникающим в результате ее прироста. Многие исследователи считают, что на величину ожидаемого экономического эффекта от промышленного использования оцениваемых месторождений непосредственное влияние оказывают погрешности определения исходных геологических, технико-экономических и организационно-технических параметров.

При этом полагают, что экономический ущерб является функцией дисперсии оценок этих параметров и может быть существенно сокращен с повышением точности их определения. Так, например, согласно [46] основная доля экономического ущерба при геолого-экономической оценке месторождений связана с погрешностями определения содержаний полезных компонентов, коэффициентов их извлечения из руд и предельной себестоимости готового продукта. Для определения ожидаемого сокращения экономического ущерба в результате выполнения очередной стадии геологоразведочных работ предложены формулы расчета математического ожидания величины экономического ущерба (ΔR) от погрешностей основных геологических, экономических и организационно-технических показателей, дисперсий их оценок и вторых производных от R по соответствующим аргументам [29]. Однако возможность прямого использования статистических погрешностей определения общих цифр запасов и средних значений важнейших геологоразведочных параметров для оценки экономического эффекта их использования в народном хозяйстве не подтверждаются опытом горнорудной промышленности.

В работах других исследователей для оценок величин горного риска также предлагается оперировать с дисперсиями погрешностей оценок важнейших геологоразведочных параметров, верхними и нижними границами их доверительных интервалов и другими статистическими характеристиками, значения которых ставятся в прямую связь с величинами ожидаемого экономического ущерба от неопределенности геологоразведочных данных. Однако при этом упускается, что в процессе разведки месторождений количественные характеристики изменчивости геологоразведочных параметров оцениваются, как правило, по аналогии с эталонными объектами, а их истинные значения по конкретным участкам месторождения могут быть установлены только в процессе их отработки. Не учитывается также, что экономические последствия погрешностей различных геологоразведочных параметров далеко не одинаковым, а положительные и отрицательные погрешности оценок одного и того же параметра неадекватны.

Для оценки любого параметра по принципу минимальных потерь следует руководствоваться анализом тех последствий, к которым приводит использование оценки. С этой целью используется понятие «функции потерь», выражающей зависимость экономических потерь, возникающих вследствие использования приближенных оценок от знаков и величин допущенных ошибок. Если функция потерь симметрична относительно нулевой ошибки оценки, то для оценки минимальных потерь можно пользоваться значениями ошибок. Если же функция потерь несимметрична относительно нулевой ошибки оценки, то операцией, ведущей к минимизации потерь, будет смещение параметра в сторону меньшего градиента потерь. Возможный вид несимметричной функции потерь приведен на рис. 13. Если имеющиеся данные позволяют оценить параметр со средней ошибкой $\pm 1,5$, то несмещенная

оценка параметра ($\mu=0$) обеспечит средний уровень вероятных потерь порядка 2,1, при максимуме ошибки 3,4. Оценка же, смещенная влево (в сторону отрицательной погрешности) на величину 0,5, снизит средний уровень потерь до 1,4 при максимальном ее значении не выше 1,5. Таким образом, если функции экономических потерь несимметричны относительно нулевых значений ошибок оценок геологоразведочного параметра, снижение возможных потерь может быть достигнуто сознательным смещением оценки его величины.

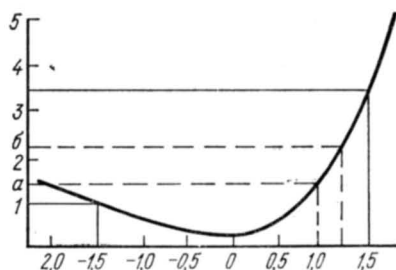


Рис. 13. Возможный вид несимметричной функции потерь.

Средний уровень потерь: a — при смещенной оценке; $б$ — при несмещенной. На абсциссе даны ошибки оценки параметра, на ординате — условные потери от использования ошибочной оценки

Метод учета вероятностного характера геологоразведочных параметров месторождений при их геолого-экономической оценке, основанной на использовании функции экономических потерь, предложен С. Н. Регентовым [40]. Констатируя неодинаковые смещения технико-экономических показателей оценки месторождений, относительно своих расчетных средних значений, при равных между собой, предельно возможных положительных и отрицательных погрешностях исходных геологоразведочных параметров, С. Н. Регентов предлагает оценивать величину экономического риска алгебраической суммой предельно возможных (с учетом вероятностей) смещений суммарного экономического эффекта в результате занижения и завышения значений геологоразведочного параметра до уровня границ его доверительного интервала. Им предложена аналитическая формула для определения рациональной (смещенной) оценки погрешности (X_p), которая численно равна доле экономических последствий от предельного завышения параметра (V_2) в общих экономических последствиях от его завышения и занижения (V_1). Для расчета значения X_p используется функция ее статистического распределения $F(X_p)$:

$$F(X_p) = \frac{V_2}{V_1 + V_2}$$

Оценка рациональной погрешности X_p осуществляется путем перехода от нормального распределения $F(X_p)$ к нормированному $\Phi(Z_p)$, функция которого $X_p = Z_p \sigma_p$ табулирована. В этой формуле σ_p — известное среднеквадратичное отклонение погрешности p . Предлагаемая методика определения рациональной оценки погрешности позволяет минимизировать величину экономического риска, а использование смещенных оценок важнейших технико-экономических показателей при геолого-экономической оценке месторождений способствует оптимизации принимаемых решений.

Геолого-экономическая оценка месторождений на разных стадиях работ

Общие положения

Вопросы геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых на различных стадиях геологоразведочных работ приобретают особую актуальность в связи с решением проблемы ускоренной геолого-экономической оценки месторождений, предусмотренной в Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года. Эта проблема требует разработки комплекса мероприятий, направленных на быстрейшее выявление и вовлечение в эксплуатацию наиболее ценных месторождений полезных ископаемых на основе коренного совершенствования методологических основ прогнозирования и оценки недр на всех стадиях геологоразведочных работ. При ее успешной реализации объекты, заслуживающие дальнейшего изучения и безусловного промышленного освоения, должны выявляться и оцениваться, а многочисленные мелкие проявления полезных ископаемых, не представляющие интереса для горной промышленности, уверенно отбраковываться уже на ранних стадиях исследований. Поэтому проблема ускоренной геолого-экономической оценки месторождений сводится не столько к ускорению темпов проведения важнейших видов геологоразведочных работ или частичному совмещению смежных стадий, сколько к резкому повышению их эффективности, обеспечению большей достоверности геологических прогнозов и геолого-экономических оценок объектов исследования по результатам каждой стадии геологоразведочных работ.

Основные задачи прогнозных, поисковых и разведочных работ на современном этапе сводятся прежде всего к выявлению и оценке крупных и средних по масштабам месторождений, играющих главную роль в балансе запасов важнейших полезных ископаемых и их добыче. В перспективе следует стремиться к научному обоснованию прогноза и выявлению в первую очередь уникальных месторождений. Со временем решение этих задач становится все труднее и труднее в связи с усложнениями условий поисков и непрерывным ростом затрат на выявление месторождений. С каждым годом все отчетливее проявляется несовершенство методологических основ поисков и разведок, особенно при попытках использовать количественные характеристики закономерностей пространственного размещения полезных ископаемых и изменчивости их свойств для решения важнейших геологоразведочных задач.

Перечисленные трудности в значительной степени связаны с неблагоприятными условиями и ограниченными возможностями познания недр как объектов изучения. Для выявления крупных и средних по масштабам месторождений приходится находить и

оценивать сотни и тысячи рудопроявлений, причем отбраковка каждого из них требует не только хорошего знания геологических основ поисков и разведки полезных ископаемых, но и выполнения значительных объемов геологоразведочных работ. Однако и этих условий в настоящее время недостаточно.

Проблема эффективной последовательности разбраковки объектов прогноза и поисков может быть решена лишь на правильной методологической основе с применением системного подхода к изучению недр, обоснованию стадийности геологоразведочных работ и оценке их результатов. Для этого необходимо разработать иерархии элементов геологического строения связанных с ними рудоносных образований земной коры и использовать их для целей изучения изменчивости свойств полезных ископаемых на каждом структурном уровне.

Только при условии сопоставления и оценки масштабов проявления благоприятных геологических критериев и признаков оруденения с масштабами оцениваемых рудоносных участков недр возможны достоверная интерпретация исходных данных и обоснованное их распространение на прилегающие объемы недр.

При проведении геологоразведочных работ необходимо рациональное сочетание принципов последовательных приближений, аналогии и выборочной детализации. Вследствие диспропорции в объемах наблюдаемых и оцениваемых участков недр по дискретной сети наблюдений выявляются и геометризуются только те элементы неоднородности их строения, размеры которых заведомо больше размеров ячеек сети наблюдений. Это обстоятельство требует строгого соблюдения принципа последовательных приближений для того, чтобы обеспечить наиболее рациональный подход к последовательному ограничению размеров перспективных участков недр и отбраковки заведомо неперспективных площадей. В то же время для решения большинства важнейших геологоразведочных задач, в частности для уверенной геометризации выявляемых элементов неоднородности и оценки их вероятной рудоносности на каждой стадии изучения, необходимо иметь хотя бы самое общее представление об их строении на более высоком структурном уровне. Это может быть достигнуто только путем выборочной детализации наблюдений на типичных участках недр с последовательным распространением выявленных закономерностей по принципу аналогии на весь изучаемый объем.

Таким образом, соблюдение перечисленных принципов должно обеспечить получение информации, необходимой и достаточной для достижения целей данной стадии геологоразведочных работ и решения всех поставленных перед ней задач. Объективное разделение геологоразведочного процесса на ряд последовательных стадий представляет собой самостоятельную методологическую задачу, решение которой также должно основываться на системном подходе к изучению недр.

В действующих методических указаниях по проведению отдельных стадий геологоразведочных работ недостаточно четко опреде-

ляются их целевые назначения, объекты изучения и оценки, а требования к изученности месторождений на каждой стадии работ отражают недостатки классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. В них не обращается достаточного внимания на необходимость сочетания исследований заданного масштаба и выборочных детализационных работ, а также на рациональные соотношения их объемов. Так, например, для стадии предварительной разведки обычно обращается внимание на необходимость оценки запасов по категориям $C_1 + C_2$ без указания их оптимальных соотношений, а на стадии поисково-оценочных работ рекомендуется оценивать запасы и ресурсы полезных ископаемых по категориям C_2 и P_1 , причем разведанность запасов по категории C_2 рекомендуется доводить до объемов, позволяющих обосновывать рентабельность разработки месторождения при минимальной производительности горного предприятия.

Для повышения эффективности и достоверности геолого-экономической оценки месторождений на различных стадиях геолого-разведочных работ необходимо прежде всего уточнить объекты изучения и оценки каждой из них. С использованием наиболее широко распространенной иерархии природных скоплений полезных ископаемых и применительно к большинству рудных и многих нерудных месторождений объектами изучения на различных стадиях геолого-разведочных работ являются: на стадии региональных геологосъемочных и геофизических работ — рудные районы, на стадии поисково-съемочных работ — рудные узлы и поля, а на стадии поисково-оценочных работ — потенциальные месторождения полезных ископаемых.

На стадии предварительной разведки объектом изучения остается еще месторождение полезного ископаемого в целом; на стадии детальной разведки ими становятся отдельные его участки, продуктивные зоны или толщи, а на стадии эксплуатационной разведки — отдельные залежи полезных ископаемых или их участки. Объектами оценки на стадии региональных геологосъемочных и геофизических работ служат потенциальные рудные узлы, на стадии поисково-съемочных работ — потенциальные рудные поля, а на стадии поисково-оценочных работ — потенциальные месторождения полезных ископаемых. На стадиях предварительных и детальных разведок, соответственно, оцениваются подсчетные блоки продуктивных зон и залежей полезных ископаемых, а на стадии эксплуатационных работ — отдельные эксплуатационные блоки, горизонты или участки залежей. В связи с этим и оценки ресурсов или запасов полезных ископаемых должны относиться к соответствующим минерализованным объемам недр: ресурсы категории P_3 — к потенциальным рудным районам и узлам, категории P_2 — к рудным полям, а категории P_1 — к потенциальным месторождениям. Запасы категории C_2 следует относить к блокам продуктивных зон или толщ, запасы категории А, В и C_1 — к блокам продуктивных залежей, а запасы оцениваемые на стадии эксплуатационной разведки — к отдельным эксплуатационным блокам или

участкам. В практике геологоразведочных работ это требование часто не соблюдается. Например, запасы категории C_2 относятся к подсчетным блокам самых различных размеров и выявляются почти на всех стадиях разведочных работ, что заметно обесценивает их значение как предварительно оцененных.

При рассмотрении особенностей геолого-экономической оценки месторождений на разных стадиях геологоразведочных работ нами по возможности конкретизируются представления об объектах изучения и оценки, целях и задачах отдельных стадий.

Особенности оценки на стадиях поисковых и поисково-оценочных работ

Использование элементов геолого-экономической оценки возможно уже по результатам стадии региональных геологосъемочных работ, хотя эта оценка производится весьма приближенно, в самом общем виде и только по принципу аналогии.

В задачу региональных геологических и геофизических работ масштаба 1 : 200 000 (реже 1 : 100 000) входит изучение геологического строения отдельных регионов, выяснение общих закономерностей пространственного размещения полезных ископаемых с оценкой их прогнозных ресурсов по категории P_3 . Поскольку прогнозные ресурсы определяются отдельно для каждого вида полезных ископаемых с учетом геолого-промышленных (формационных) типов месторождений, их вероятных масштабов и диапазонов средних содержаний полезных компонентов, возможных интервалов и глубин распространения, а также других характеристик, в прогнозные оценки ресурсов вносятся элементы геолого-экономической оценки. При оценке перспектив отдельных районов на выявление комплексов полезных ископаемых и планировании дальнейших поисково-съемочных работ учитываются также их географо-экономическое положение, потребности народного хозяйства в прогнозируемых видах минерального сырья и вероятный уровень затрат на выявление месторождений, их разведку и промышленное освоение.

На стадии поисково-съемочных работ, имеющих своей целью обнаружение и оценку потенциальных рудных полей и участков вероятных потенциальных месторождений, тем более необходима геолого-экономическая оценка выявленных объектов, особенно по результатам проведенных общих и детальных поисковых работ.

Общие поиски полезных ископаемых проводятся, как правило, в масштабе 1 : 50 000 на перспективных территориях, ресурсы которых оценены по категории P_3 . В этих случаях объектами изучения обычно служат потенциальные рудные узлы, а объектами оценки — потенциальные рудные поля, ресурсы которых в сравнительно простой обстановке могут быть оценены по категории P_2 , а в сложной обстановке — лишь по категории P_3 . В последнем случае правильнее относить их к территории всего узла с перспективой

прогнозной оценки отдельных рудных полей в стадию поисковых работ.

Объектом изучения поисковых работ масштаба 1:10 000 служат потенциальные рудные поля сложного строения, площади которых измеряются десятками квадратных километров. С учетом ориентировочной плотности поисковой сети (маршруты через 100 м друг от друга или поисковые скважины — в среднем до 25—30 скважин на 1 км²) цель поисковых работ сводится к выявлению и оценке участков потенциальных рудных полей, на которых по совокупности поисковых предпосылок и признаков возможно выявление месторождений. Площади таких участков обычно измеряются квадратными километрами.

В задачу поисковых работ входит изучение общих геолого-структурных особенностей всей территории потенциального рудного поля для установления благоприятных поисковых предпосылок прогнозируемых месторождений, выявление их поисковых признаков с помощью геологических, минералого-геохимических и геофизических поисковых методов и оценка всех выявленных аномалий, аномальных зон и проявлений полезной минерализации. В контурах наиболее перспективных участков выбираются наиболее типичные площади, которым придается значение эталонных. В их пределах проводится выборочная детализационная оценка рудоносности недр, как правило, с густотой сети наблюдений, представляемой к стадии поисково-оценочных работ, для уточнения поисково-разведочных критериев потенциальных месторождений. Оценка вероятных перспектив потенциального рудного поля выполняется по результатам геологических, геофизических и геохимических съемок с определением его прогнозных ресурсов по категории P_2 , а на участках детализационных работ — по категории P_1 . При этом категорией P_2 определяются суммарные прогнозные ресурсы потенциального рудного поля, а ресурсы категории P_1 относятся только к участкам детализационных работ.

Для оценки возможной экономической значимости прогнозных ресурсов могут быть использованы данные о минеральном составе полезного ископаемого и геологических условиях его проявления, установлены на участках детализационных работ и обеспечивающие совокупность сведений для суждения о геолого-промышленном типе потенциального месторождения.

Поскольку целевое назначение поисковых работ сводится к выявлению поисковых признаков месторождений полезных ископаемых и к геологической оценке обнаруженных аномалий, ореолов или участков повышенной минерализации, для суждения об их экономической значимости могут быть использованы только два показателя: прогнозные запасы полезного ископаемого и ориентировочные содержания полезных компонентов. Для характеристики природной ценности месторождения по результатам поисковых работ часто не хватает фактических данных, а в сложной геологической обстановке не удается даже обосновать масштабы

прогнозных ресурсов. В общем случае можно считать, что по результатам поисковых работ дается геологическая оценка возможного значения обнаруженных объектов (аномалий, участков повышенной минерализации или рудопроявлений), которая является основанием для решения вопроса о необходимости постановки дальнейших поисково-оценочных работ.

В результате поисково-оценочных работ уже возможна прогнозная геолого-экономическая оценка потенциального месторождения, поскольку целевое назначение этой стадии сводится к выявлению объектов, заслуживающих постановки предварительных разведочных работ, и к массовой отбраковке явно непромышленных рудопроявлений.

Поисково-оценочные работы проводятся для прогнозной оценки промышленных перспектив большинства рудных и нерудных месторождений твердых полезных ископаемых в масштабе 1:2000 на участках рудных полей, оцененных поисковыми работами как потенциальные месторождения. Специфическая особенность этой стадии заключается в том, что объекты изучения и оценки в данном случае совпадают, поскольку в результате поисково-оценочных работ должна быть обеспечена прогнозная геолого-экономическая оценка потенциального месторождения в целом.

В процессе поисков и разведок большинства месторождений поисково-оценочные работы занимают особое положение, как стадия, переходная от поискового этапа к разведочному. В структуре затрат на геологоразведочные работы почти половина всех средств затрачивается на проведение работ именно этой стадии в связи с тем, что их целью является массовая разбраковка всех выявленных объектов. В задачи поисково-разведочных работ входит выявление основных геолого-структурных особенностей, способствующих пониманию закономерностей размещения полезного ископаемого в потенциальном объеме всего месторождения, уверенное определение его геолого-промышленного типа и минеральных типов полезного ископаемого для прогнозной оценки его технологических свойств, а также оконтуривание потенциальной рудоносной площади месторождения в плане с подтверждением наличия кондиционных пересечений полезного ископаемого на глубинах первых сотен метров от дневной поверхности и прогнозной оценкой вероятных горно-геологических условий эксплуатации месторождения.

При выявлении хотя бы нескольких кондиционных пересечений полезного ископаемого в пределах одного, реже двух наиболее типичных участков проводятся выборочные детализационные работы путем сгущения разведочной сети до необходимой плотности. Как правило, в пределах участков выборочной детализации сеть сгущается до плотности, обеспечивающей оценку запасов по категории C_2 , а на отдельных локальных участках до получения исходных данных о внутреннем строении скопления полезных

ископаемых, достаточных для обоснования браковочных кондиций к геолого-экономической оценке месторождения.

Большая вероятность получения отрицательных оценок изучаемых объектов приводит к тому, что при выборе комплекса технических средств и методов поисково-оценочных работ предпочтение отдается поверхностным горным выработкам и неглубоким скважинам. Только после подтверждения перспектив изучаемого объекта рационально переходить к изучению более глубоких его горизонтов.

Оценка ресурсов и запасов полезного ископаемого по результатам поисково-оценочных работ проводится по совокупности геологических, геофизических и минералого-геохимических данных с использованием результатов опробования поверхностных горных выработок и скважин. Она основывается на определении прогнозных ресурсов категории P_1 в потенциально рудоносном объеме всего месторождения и запасах категории C_2 , подсчитываемых на участках выборочных детализационных работ. Прогнозные ресурсы категории P_1 не оконтуриваются, однако, по данным геофизических работ, комплексного каротажа, геохимического опробования поверхности горных выработок и скважин, с учетом выявленных критериев рудоносности проводится структурная геометризация рудовмещающих участков месторождения с прогнозной оценкой запасов и качества полезного ископаемого в каждом из них. Запасы категории C_2 на участках детализационных работ геометризуются и подсчитываются в промышленных контурах.

По результатам поисково-оценочных работ составляются прогнозные технико-экономические соображения (ТЭС), в которых приводится ориентировочная геолого-экономическая оценка потенциального месторождения, как возможного объекта будущей эксплуатации. При их составлении могут использоваться все показатели, характеризующие ценность месторождения и возможную эффективность его эксплуатации. Из показателей, характеризующих эффективность капиталовложений, на этой стадии целесообразно устанавливать лишь ориентировочную общую сумму капитальных затрат на строительство промышленного комплекса.

Как справедливо подчеркивается во временной инструкции о порядке составления и рассмотрения технико-экономических соображений о возможном промышленном значении месторождений твердых полезных ископаемых (1982 г.), следует помнить, что достоверность геологоразведочной информации по результатам поисково-оценочных работ еще недостаточна для решения вопроса о промышленной ценности месторождения. В ТЭС приводится только самая ориентировочная его оценка, позволяющая лишь отбраковать заведомо непромышленные проявления полезных ископаемых и решить вопрос о целесообразности проведения предварительной разведки на объектах, получивших положительную оценку. Поэтому расчеты показателей, характеризующих возможную эффективность капиталовложений, представляются преж-

двременными, а к показателю рентабельности эксплуатации следует относиться как к сугубо условному и использовать его только для определения очередности вовлечения объектов в предварительную разведку.

Особенности геолого-экономической оценки месторождений на разведочных стадиях

Предварительная разведка. В соответствии с целевым назначением предварительной разведки на этой стадии выявляются общие масштабы полезной минерализации, среднее качество и технологические свойства минерального сырья, а также общие горно-геологические условия эксплуатации месторождения для решения вопроса о целесообразности и очередности его промышленного освоения. На стадии предварительной разведки еще предусматривается возможность как положительной, так и отрицательной геолого-экономической оценки месторождения, однако эта оценка должна окончательно решить вопрос о народнохозяйственном значении природного ресурса.

Объектом исследования при проведении предварительной разведки является весь потенциально рудоносный объем недр, т. е. месторождение в целом, а объектами оценки — отдельные его участки, продуктивные толщи или зоны, которые, в свою очередь, разделяются на подсчетные блоки.

Главные задачи предварительной разведки включают изучение геолого-структурные особенности месторождений, определяющих закономерности размещения, внутреннего строения и условия залегания отдельных его участков — продуктивных зон или толщ, характеристик пространственной изменчивости их важнейших геологоразведочных параметров и среднего качества полезных ископаемых, их минерального состава и технологических свойств. На этой стадии должна быть дана также оценка общих горно-геологических условий эксплуатации с детальностью, обеспечивающей выбор способа вскрытия и вероятных систем отработки полезного ископаемого. На типичных участках продуктивных зон (толщ), в контурах одной или нескольких слагающих их продуктивных залежей проводятся детализационные геологоразведочные работы, по сети наблюдений соответствующей требованиям детальной, а местами и эксплуатационной разведки. Это необходимо для получения сведений об их строении и детализации представлений о горно-геологических условиях эксплуатации месторождения в масштабах отдельных забоев и блоков.

Сведения, полученные по участкам выборочных детализационных работ, распределяются в дальнейшем на весь оцениваемый объем месторождения, а также используются при обосновании временных кондиций к подсчету запасов полезного ископаемого. Подсчет предварительно оцененных запасов полезного ископаемого (категории C_2) и содержащихся в нем полезных компонентов проводится по совокупности полученных геолого-геофизических и

минералого-геохимических данных на основе результатов рядового и геохимического опробования разведочных горных выработок и скважин по категории С₂. На участках детализационных работ запасы обычно квалифицируются по категории С₁. Для оконтуривания запасов используются временные кондиции, разработанные с учетом результатов предварительной разведки.

Геолого-экономическая оценка по данным предварительной разведки должна освещать природные и экономические факторы, имеющие существенное значение для выбора варианта освоения месторождения, и содержать анализ влияния этих факторов на выбор основных технологических решений.

По совокупности материалов предварительной разведки составляется технико-экономический доклад (ТЭД), в котором отражается экономическая целесообразность промышленного освоения месторождения. В технико-экономических докладах рассматриваются предварительные данные о возможных способах вскрытия и системах разработки месторождений, о масштабах добычи, технологических схемах переработки полезных ископаемых, возможных выходах и качестве товарной продукции, рассчитываются все основные оценочные показатели, а также обосновываются выводы о целесообразности совмещения детальной разведки со вскрытием месторождения и подготовкой его к разработке. С учетом целевого назначения предварительной разведки расчет оценочных показателей проводится по отношению к суммарному запасу полезного ископаемого без детализации этих данных по отдельным участкам, залежам или блокам. В заключении технико-экономического доклада устанавливается относительная промышленная ценность месторождения, а для месторождений, заслуживающих промышленного освоения, приводятся рекомендации по проведению дальнейших разведочных работ.

Технико-экономический доклад обычно содержит следующие разделы.

I. Экономико-географические условия освоения месторождения.

II. Геологическая часть: 1) геологическое строение района и месторождения; 2) гидрогеологическая характеристика месторождения; 3) краткая характеристика проведенных геологоразведочных работ; 4) опробование; 5) запасы месторождения и качество руды; 6) удельное значение запасов месторождения в балансе запасов данного типа полезного ископаемого для района (и всей страны).

III. Технология добычи и переработки руды: 1) горнотехнические условия эксплуатации месторождения; 2) выбор способа отработки месторождения; 3) способ разработки и технология ведения горных работ; 4) годовая производительность предполагаемого промышленного предприятия; 5) технология переработки руды.

IV. Экономическая часть: 1) товарная продукция в натуральном и денежном выражении; 2) себестоимость добычи, обогащения и металлургического передела; 3) прибыльность и рентабель-

ность обработки месторождения; 4) капитальные вложения в строительство предприятия и их эффективность; 5) технико-экономические показатели эксплуатации оцениваемого месторождения.

V. Проект кондиций на минеральное сырье.

Расчетные данные по геолого-экономической оценке месторождений могут быть получены двумя способами: 1) по данным проектов, проектных заданий и ТЭД для аналогичных месторождений; 2) путем прямых технико-экономических расчетов на основе полученных при разведке фактических данных.

Для расчетов по первому способу используется проект-аналог, в основных чертах соответствующий характеристике предприятия, намечаемого для освоения месторождения. Особенно важно близкое сходство проекта-аналога и намечаемого предприятия в отношении годовой производительности при условии одинаковых способов и системы разработки.

При оценке аналогии качественных характеристик полезных ископаемых должны учитываться принадлежность полезного ископаемого к одному и тому же промышленному типу, тождество минерального состава и структур, а для рудных полезных ископаемых, кроме того, наличие или отсутствие окисленных, вторичных и труднообогатимых минералов.

Все особенности предпроектной характеристики предприятия, которое будет разрабатывать оцениваемое месторождение, далеко не всегда могут быть охвачены одним проектом-аналогом. Последний может оказаться вполне пригодным в горной, но мало подходящим в обогатительной части из-за качественных различий сырья. Могут встречаться различия и по условиям работы вспомогательных цехов (энергетическое хозяйство, транспорт, водоснабжение). Для стоимостных расчетов по цехам намечаемого предприятия, условия работы которого отличаются от условий, учтенных основным проектом-аналогом, приходится использовать другие сходные проекты. Это обстоятельство осложняет оценку месторождения по методу аналогии и вызывает необходимость его сочетания с методом прямого расчета эксплуатационных затрат и капитальных вложений в строительство предприятия.

Уровень заработной платы и капитальных затрат на строительство одинаковых объектов различен для отдельных районов в зависимости от их географо-экономических особенностей. Поэтому стоимостные показатели проекта-аналога могут применяться при условии внесения поправок с учетом районных коэффициентов. Для оценки месторождений прямым расчетом необходимо разработать укрупненные показатели эксплуатационных и капитальных затрат применительно к уровню производительности горнодобывающих предприятий, а также стоимости строительства и оборудования.

Укрупненные показатели для расчета эксплуатационных затрат составляются по статьям прямых расходов калькуляции себестоимости: заработной плате производственных рабочих, материалам,

энергии и амортизации. Дополнительно в процентном отношении к сумме прямых расходов в калькуляции предусматриваются прочие расходы, в том числе накладные.

Капитальные затраты для подземных рудников определяются с учетом ориентировочного объема подземных выработок, необходимых для вскрытия месторождения, и стоимости поверхностного комплекса зданий и сооружений, рассчитанной по типовым проектам для рудников определенной мощности. Типовые решения широко используются также для установления капитальных вложений в строительство вспомогательных цехов предприятия (энергетическое хозяйство, транспорт, водоснабжение). Затраты на вскрышные работы при открытом способе разработки определяются, исходя из ориентировочного объема вскрыши, а также себестоимости вскрышных работ и удаления в отвал 1 м³ горной массы.

По тем же элементам затрат, по которым рассчитывается себестоимость добычи полезных ископаемых, может быть рассчитана себестоимость их обогащения. Расход реагентов и энергии определяется в соответствии с ориентировочной схемой обогащения, установленной по данным лабораторных или полупромышленных испытаний, с использованием в большей или меньшей степени метода аналогии.

Методика расчета оценочных показателей в значительной степени зависит от полноты и достоверности фактических данных, полученных в процессе предварительной разведки. Если этих данных достаточно для определения тех или иных показателей прямым расчетом, то предпочтение отдается этому способу.

Д е т а л ь н а я р а з в е д к а проводится только на тех месторождениях, которые получили положительную оценку по результатам предварительных разведочных работ и по данным ТЭД заслуживают первоочередного промышленного освоения.

Детальная разведка может проводиться на всем месторождении или только на отдельном его участке, намеченном к первоочередному освоению. В последнем случае необходимо, чтобы детально разведанные запасы обеспечивали бы работу горного предприятия не менее чем на 8—10 лет. Цель детальной разведки — выяснение геологического строения, условий залегания, морфологических особенностей продуктивных залежей и горно-геологических условий их разработки, вещественного состава и технологических свойств полезного ископаемого с детальностью, достаточной для составления проекта строительства горного предприятия. Поэтому объектами детальной разведки служат продуктивные зоны и толщи полезного ископаемого, а объектами оценки — продуктивные залежи и их подсчетные блоки.

В задачу детальной разведки входит не столько уточнение запасов и средних оценочных параметров, сколько детализация всех геологических, горнотехнических и технологических данных, характеризующих пространственное положение, строение, состав и средние подсчетные параметры рудных залежей и отдельных

подсчетных блоков с учетом проектируемой технологии их обработки.

Перед детальной разведкой ставятся следующие главные задачи: изучение геолого-структурных особенностей, определяющих закономерности размещения и условия локализации отдельных залежей полезного ископаемого и их морфологически обособленных участков, оценка характеристик изменчивости и важнейших геологоразведочных параметров, всестороннее изучение вещественного состава полезного ископаемого с выявлением его технологических типов и сортов, а также условий их пространственного размещения; изучение горнотехнических условий эксплуатации месторождения и технологических свойств минерального сырья с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных для проектирования технологической схемы добычи и переработки минерального сырья с комплексным извлечением всех содержащихся в нем полезных компонентов.

На нескольких типичных (эталонных) участках в контурах отдельных продуктивных залежей проводятся выборочные детализационные работы с густотой наблюдений, соответствующей эксплуатационной разведке. По участкам и блокам выборочных детализационных работ уточняются сведения о строении и составе полезных ископаемых, условиях их залегания и горно-геологических особенностях в масштабах эксплуатационных блоков, заходок и забоев горных выработок. Все эти сведения распространяются в дальнейшем на весь разведанный объем недр, учитываются при проектировании горнодобычных работ и при обосновании кондиций к подсчету запасов по результатам детальной разведки месторождения.

На месторождениях первоочередного промышленного освоения, требующих проведения подземных горных работ в больших объемах, детальная разведка должна совмещаться с их вскрытием и подготовкой к эксплуатации. С этой целью сеть выработок детальной разведки увязывается со схемой вскрытия и разработки месторождения, а основные горные выработки проходятся с учетом требований эксплуатации к их расположению, сечениям, и уклонам.

Подсчет разведанных запасов проводится по блокам, расположенным в контурах продуктивных залежей, и ограниченным по размерам объемам (не более полугодовой-годовой производительности горного предприятия).

Разведанные запасы подсчитываются по категории C_1 , а на участках детализационных работ — по категориям А и В в соотношениях, предусмотренных действующей классификацией запасов. На месторождениях сложного и весьма сложного строения запасы участков детализационных работ квалифицируются по категории C_1 (а иногда и C_2), несмотря на предельно густую сеть наблюдений.

Геолого-экономическая оценка месторождения, по данным детальных разведочных работ, производится по тем же показателям,

что и оценка месторождения на стадии предварительной разведки, т. е. по годовой производственной мощности предприятия, выпуску товарной продукции, себестоимости, прибыльности и рентабельности разработки месторождения, капиталовложениям и их эффективности и т. д. Разница в оценке месторождения на стадиях предварительной и детальной разведок заключается в том, что при детальной разведке оценочные показатели устанавливаются не только для месторождения в целом, но и для отдельных его участков (горизонтов, блоков, рудных тел, различных природных типов и промышленных сортов руд). Большую роль играет также достоверность исходных данных. Для месторождений, прошедших стадию предварительной разведки, достоверность исходных данных будет сравнительно невысокой. После детальной разведки достоверность исходных данных должна быть такой, чтобы можно было безошибочно проводить работу по проектированию конкретного промышленного предприятия.

Численное значение каждого из оценочных показателей обычно устанавливается расчетным путем. Исходными должны служить цифры, полученные на основании глубокого, всестороннего изучения месторождения. Эти данные с необходимыми поправками могут быть взяты из технических проектов эксплуатации аналогичных месторождений.

Одновременно с геолого-экономической оценкой месторождения, по результатам детальных разведочных работ, обосновываются постоянные кондиции на минеральное сырье данного природного ресурса для подсчета его запасов.

Таким образом, принципиальные различия геолого-экономической оценки месторождения полезных ископаемых на разных стадиях геологоразведочных работ заключаются в постепенном увеличении числа оценочных показателей и детальности их определения; кроме того, на стадии поисковых разведочных работ эти показатели рассчитываются на основе прогнозных ресурсов, а на последующих стадиях — соответственно на базе предварительно оцененных (по категории C_2) или детально разведанных (категории $A+B+C_1$) запасов.

Оценка месторождений стадии детальных разведочных работ является окончательной и позволяет принимать однозначное решение о народнохозяйственном значении природного ресурса. Ее результаты уточняются в процессе проектирования промышленного комплекса для эксплуатации оцениваемого объекта.

Особенности геолого-экономической оценки месторождений в условиях действующих горных предприятий

После передачи месторождения в промышленное освоение сведения о разведанных запасах уточняются по мере их вскрытия, подготовки и отработки, а в районе горного отвода продолжают геологоразведочные работы по выявлению и оценке новых, дополнительных запасов полезных ископаемых. Все эти виды работ

производятся одновременно, но, как правило, на различных участках месторождения и составляют содержание его эксплуатационной разведки и доразведки.

При проведении геологоразведочных работ на разрабатываемом месторождении или за его пределами, но в сфере действия горного предприятия содержание геолого-экономической оценки разведываемых объектов и методических вопросов оценки становится иным. В частности, в условиях действующего горного предприятия отпадает необходимость в тщательном изучении экономико-географических факторов оценки, а горно-геологические факторы изучаются только для уточнения их влияния на эффективность эксплуатации месторождения и эффективность капиталовложений в его освоение. Что касается геолого-экономической оценки новых перспективных объектов, выявленных в пределах освоенного промышленностью рудного поля, то для подтверждения возможности их отработки часто бывает достаточно только нескольких разведочных пересечений, подтверждающих наличие кондиционных руд. В таких случаях целесообразность продолжения геологоразведочных, а затем и эксплуатационных работ может быть установлена оперативным подсчетом запасов и технико-экономическими расчетами, основанными на реальных показателях действующего горного предприятия. Только в исключительных случаях, когда по результатам поисково-разведочных работ коренным образом изменяется прежнее представление о масштабах одруденения и качестве руд, геолого-экономическую оценку следует проводить в таком же объеме, как на вновь разведанном месторождении, поскольку ее результаты должны быть положены в основу проекта реконструкции действующего или строительства нового предприятия.

Таким образом, поисково-разведочные работы в пределах освоенного промышленностью рудного поля хотя и осуществляются в соответствии с общими принципами разведки, т. е. последовательно от общего к частному, их целевое назначение и задачи принципиально отличаются от целей и задач геологоразведочных работ на стадиях детальных поисков, поисково-оценочных работ, предварительной и детальной разведок. Эти отличия вызваны главным образом тем, что в условиях действующего предприятия вопрос экономической целесообразности промышленного освоения новых перспективных объектов в пределах рудного поля предпринят заранее, в связи с чем нет необходимости в четком разграничении отдельных стадий разведочного процесса.

По целевому назначению и времени проведения эксплуатационная разведка разделяется на опережающую и сопровождающую добычные работы.

Опережающая эксплуатационная разведка проводится одновременно с горно-капитальными, горно-подготовительными и нарезными работами для уточнения сведений о запасах по вскрываемым и подготавливаемым эксплуатационным участкам. Ее цель — определение запасов, среднего качества полезного ископаемого и

условий его пространственного размещения в пределах каждого эксплуатационного участка и подготовляемого блока. Контуры и качество запасов определяются с учетом принятой системы разработки и технологии добычи полезного ископаемого.

Геолого-экономическая оценка, произведенная на основании результатов опережающей эксплуатационной разведки, проводится по отдельным горизонтам, участкам и блокам месторождения, подготавливаемым к эксплуатации на ближайшие 1—2 года. Оценка в этом случае должна выявить те реальные результаты, которые могут быть получены при эксплуатации подготавливаемых участков месторождения. Данные этой оценки принимаются в основу оптимального текущего планирования производственной деятельности предприятия на предстоящий год с использованием всех оценочных показателей. Особую важность при оценке по результатам опережающей эксплуатационной разведки приобретает правильное определение качества минерального сырья и, в частности, содержания основных полезных компонентов в рудах, которое оказывает непосредственное и большое влияние на выпуск товарной продукции, ее себестоимость, прибыль и рентабельность. Для некоторых видов минерального сырья важным является наличие и содержание в них вредных примесей, а также поведение этих примесей в процессе переработки руд.

Сопровождающая эксплуатационная разведка проводится одновременно с очистными работами для уточнения запасов полезного ископаемого, его качества и пространственного размещения в объемах каждого обрабатываемого блока. В процессе сопровождающей эксплуатационной разведки контуры промышленно-ценных скоплений, безрудных и некондиционных участков, а также качество полезного ископаемого определяются на основе эксплуатационных кондиций с учетом технологии разработки и реальных объемов селекции полезного ископаемого.

В задачу эксплуатационной разведки входит уточнение сведений о вещественном составе и технологических свойствах полезного ископаемого, его текстурно-структурных особенностях, физико-механических свойствах, а также выявление в околорудном пространстве ранее неизвестных скоплений полезного ископаемого.

Подсчет запасов производится оперативно, по отдельным эксплуатационным участкам и блокам, а их текущий учет — по мере доизучения, отработки и погашения отдельных блоков.

Геолого-экономическая оценка по результатам сопровождающей эксплуатационной разведки проводится только по обрабатываемым блокам. Она должна характеризовать влияние извлекаемой из блока природной ценности полезного ископаемого на результаты работы предприятия в операционный период. Ее данные используются для оперативного — декадного, суточного и сменного — планирования производственной деятельности рудника. При прочих равных условиях особое внимание следует уделять таким факторам оценки, как количество запасов полезного ископаемого в блоке, среднее содержание в них основных полезных компонен-

тов, качественная характеристика и горнотехнические свойства руд и вмещающих пород. Основными оценочными показателями, характеризующими эффективность отработки блока, являются природная ценность извлекаемых из блока запасов полезного ископаемого, выпуск товарной продукции, себестоимость добычи и переработки руды, а также конечной продукции и прибыль, которая может быть получена при отработке блока. Норму рентабельности и удельные капитальные затраты рассчитывать по каждому блоку нецелесообразно. Определение нормы рентабельности связано с использованием всех производственных фондов и общей прибылью предприятия, а расчет удельных капитальных затрат — с общими капиталовложениями и годовой производительностью. Поэтому как норма рентабельности, так и удельные капитальные затраты обычно определяются только для предприятия в целом. Однако степень использования природных богатств конкретного блока, а также влияние их на общий уровень рентабельности и общую величину удельных капитальных затрат по месторождению, безусловно, представляет интерес.

Доразведка месторождения проводится одновременно с эксплуатационной разведкой в пределах и по периферии горного отвода. Целью доразведки является расширение перспектив месторождения для продления срока существования горного предприятия и повышения эффективности капитальных затрат, вложенных в создание промышленного комплекса.

Задачи и содержание геолого-экономической оценки при проведении доразведки месторождений различаются в зависимости от ее результатов. Если доразведкой будут выявлены незначительные запасы полезного ископаемого, то они могут рассматриваться как дополнительные ресурсы действующего предприятия. Если вновь выявленные запасы по своей качественной характеристике не отличаются от ранее разведанных, то они не окажут сколько-нибудь значительного влияния на технико-экономические показатели горного предприятия, за исключением продления срока его существования. При качественном отличии вновь выявленных запасов потребуются пересчет многих оценочных показателей, в частности, годового выпуска товарной продукции, ее себестоимости, прибыли и уровня рентабельности, а возможно, и удельных капитальных затрат, если общие капвложения к этому времени еще не окупятся.

При весьма благоприятных результатах доразведки, когда на флангах или на глубине обрабатываемого месторождения или же за границами месторождения, но в пределах его рудного поля вновь выявленные запасы значительны или качество полезного ископаемого настолько высоко, что изменяется представление о масштабах месторождения, может быть поставлен вопрос о расширении и реконструкции действующего промышленного комплекса. В этом случае перед геолого-экономической оценкой ставится серьезная и ответственная задача, которая заключается в переоценке народнохозяйственного значения месторождения и обосно-

вании целесообразности увеличения его производственной мощности.

Для решения поставленной задачи определяются оценочные показатели всех трех групп. Они должны дать исчерпывающую характеристику природной ценности месторождения, возможной экономической эффективности промышленного использования запасов, выявленных прежде и вновь, и экономической эффективности ранее вложенных в месторождение капитальных затрат, а также тех дополнительных капитальных вложений, которые потребуются для реконструкции действующего предприятия. Такая геолого-экономическая оценка по содержанию соответствует проекту расширения и реконструкции предприятия. Поскольку она будет проводиться на более достоверной основе, чем проводилась оценка данного месторождения накануне вовлечения его в эксплуатацию, все оценочные показатели, как правило, должны быть более эффективными по сравнению с достигнутыми на предприятии технико-экономическими показателями эксплуатации месторождения. Так, увеличится выпуск товарной продукции, снизится ее себестоимость, увеличится прибыль и повысится уровень рентабельности. Общие капитальные вложения хотя и увеличатся за счет реконструкции предприятия, однако удельные капитальные затраты снизятся. За счет более высокой годовой прибыли должен сократиться и срок окупаемости капитальных вложений.

Оценочные показатели определяются в таких случаях сравнительно легко. Базой для их расчета служат основные технико-экономические показатели действующего предприятия с необходимой корректировкой их на новую годовую производительность предприятия и с учетом качественной характеристики вновь вовлекаемых в эксплуатацию запасов.

В исключительно благоприятных случаях при доразведке в пределах рудного поля может быть открыто новое месторождение с такими запасами полезного ископаемого и металлов, которые потребуют полной переоценки масштаба горнодобывающего предприятия и строительства нового промышленного комплекса. Геолого-экономическая оценка такого месторождения должна проводиться как оценка самостоятельного объекта с использованием всех оценочных показателей. Последние следует рассчитывать одновременно: на одну тонну запасов полезного ископаемого, на один год эксплуатации месторождения в среднем и на все запасы месторождения. Каждый из этих расчетов раскрывает определенные преимущества и недостатки эксплуатации месторождения, а в совокупности они дополняют друг друга и дают наиболее четкую характеристику промышленного его использования. Для проведения расчетов могут быть использованы технико-экономические показатели действующего промышленного предприятия, добывающего и перерабатывающего на территории рудного поля аналогичные руды.

Таким образом, элементы геолого-экономической оценки потенциальных месторождений возможны уже по результатам де-

тальных поисков, а прогнозная геолого-экономическая оценка — по данным поисково-оценочных работ. После предварительной разведки оценка месторождения позволяет принимать окончательное решение о народнохозяйственном значении природного ресурса, а по результатам детальной разведки возможен технико-экономический расчет, обеспечивающий все данные для проектирования горного предприятия. Геолого-экономическая оценка месторождения на стадии детальной разведки называется иначе предпроектной оценкой.

При геолого-экономической оценке выявляемых природных ресурсов на различных стадиях их изучения возможны три наиболее типичные ситуации.

1. На ранних стадиях геологоразведочных работ уверенно выявляется непромышленное значение изучаемого объекта. В этом широко распространенном случае отпадает необходимость подробного геолого-экономического обоснования всех оценочных показателей, за исключением показателей, характеризующих потенциальную природную ценность объекта изучения.

2. Промышленное значение объекта по результатам проведенных геологоразведочных работ неочевидно. В таких случаях особенно важно соблюдать четкие границы между отдельными стадиями геологоразведочных работ, строго выдерживать последовательность их проведения, а геолого-экономическую оценку объектов сомнительной промышленной ценности проводить обстоятельно, с использованием всех оценочных показателей. Тщательная геолого-экономическая оценка способствует быстрой отбраковке объектов, не заслуживающих промышленного освоения, сокращает до минимума непроизводительные расходы по их изучению и разведке.

3. Промышленная ценность выявляемых объектов очевидна уже по результатам ранних стадий геологоразведочных работ. Эта наиболее благоприятная, но, к сожалению, весьма редкая ситуация оправдывает нарушение принятой стадийности геологоразведочных работ.

Частичное, а иногда и полное совмещение отдельных стадий способствует ускоренной разведке и геолого-экономической оценке месторождений, подлежащих первоочередному промышленному освоению.

Список литературы

1. Агабян Ю. А. Принципы промышленной оценки рудных месторождений. Ереван, 1970.
2. Агошков М. И. Определение производительности рудника. М., Металлургиздат, 1948.
3. Агошков М. И., Малахов Т. М. Подземная разработка рудных месторождений. М., Недра, 1965.
4. Агошков М. И., Астафьева М. П., Маутина А. А. Экономическая оценка эффективности геологоразведочных работ. М., Недра, 1980.
5. Астахов А. С. Динамические методы оценки эффективности горного производства. М., Недра, 1973.
6. Астахов А. С. Экономическая оценка запасов полезных ископаемых. М., Недра, 1981.
7. Бирюков В. И. О сравнении данных разведки с результатами эксплуатации месторождений полезных ископаемых. М., ОНТИ ВИЭМС, 1967.
8. Бирюков В. И., Королев Б. Н., Петров В. А. Определение оптимальной сети предварительной разведки пластообразных месторождений. М., Недра, 1972.
9. Володомонов Н. В. Горная рента и принципы оценки месторождения. М., Металлургиздат, 1959.
10. Временная типовая методика экономической оценки месторождений полезных ископаемых. М., Прейскурантиздат, 1980.
11. Денисов М. Н., Кац А. Я. Еще раз о дисконтировании как методе учета фактора времени.— Советская геология, 1981, № 3, с. 16—21.
12. Инструкция о содержании и порядке представления на утверждение в ГКЗ СССР технико-экономических обоснований кондиций для подсчета запасов полезных ископаемых. М., Недра, 1976.
13. Каждан А. Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1977.
14. Каждан А. Б. Методологические основы разведки месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1974.
15. Каждан А. Б., Шумилин М. В., Викентьев В. А. Методические основы количественной оценки степени разведанности запасов месторождений полезных ископаемых.— Советская геология, 1974, № 11, с. 7—19.
16. Каждан А. Б., Шумилин М. В. Требования к разведанности и категоричности запасов.— Советская геология, 1976, № 5, с. 81—84.
17. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. М., ГКЗ СССР, 1982.
18. Кобахидзе Л. П. Экономика геологоразведочных работ. М., Недра, 1978.
19. Кобахидзе Л. П. О цене разведанных запасов полезных ископаемых в недрах.— Советская геология, 1970, № 2, с. 91—97.
20. Кобахидзе Л. П., Мухин В. А., Пулик Т. И. Обоснование конечной продукции при экономической оценке месторождений полезных ископаемых.— Геология и разведка, 1981, № 6, с. 133—138.
21. Кобахидзе Л. П., Трунина Т. Н. Критерий оптимальности при оценке месторождений.— Геология и разведка, 1983, № 6, с. 96.
22. Кобахидзе Л. П., Трунина Т. Н. Минимальное промышленное содержание полезного компонента в минеральном сырье. М., ВИНТИ, 1983.
23. Кобахидзе Л. П. Особенности формирования цен на разведанные запасы полезных ископаемых и продукты их переработки.— Советская геология, 1982, № 11, с. 31—36.
24. Подсчет запасов и геолого-промышленная оценка рудных месторождений. М., Недра, 1974.
25. Козловский Е. А. Минерально-сырьевая база и фактор времени.— Советская геология, 1979, № 3, с. 9—22.
26. К итогам дискуссии по статье Е. А. Козловского «Минерально-сырьевая база и фактор времени».— Советская геология, 1982, № 8, с. 3—8.
27. Коц Г. А., Чернопятлов С. Ф., Шманенков И. В. Технологическое опробование и картирование месторождений. М., Недра, 1980.

28. Ларичкин В. А. Геологические основы прогноза и методы оценки оловянных месторождений. М., Недра, 1981.
29. Марголин А. М. Оценка запасов минерального сырья. Математические методы. М., Недра, 1974.
30. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. М., Мир, 1968.
31. Методические рекомендации по геолого-экономической оценке и обоснованию кондиций для подсчета запасов рудных месторождений. М., ВИЭМС, 1981.
32. Погребницкий Е. О., Терновой В. И. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Л., Недра, 1974.
33. Пожарицкий К. Д. Критерии экономической эффективности геологоразведочных работ и их роль в хозрасчете.— Советская геология, 1968, № 12, с. 3—13.
34. Политическая экономия. М., Мысль, 1974.
35. Прейскурант № 02-02. Оптовые цены на руды, концентраты и полуфабрикаты цветной металлургии. М., Прейскурантиздат, 1980.
36. Прокофьев А. П. Выявление и учет ураганных проб при подсчете запасов.— Геология и разведка, 1967, № 4, с. 48—57.
37. Прокофьев А. П. Практические методы подсчета запасов рудных месторождений. М., Недра, 1977.
38. Пулик Т. И. Особенности определения основного показателя экономической оценки месторождений при различных моментах приведения по фактору времени.— Геология и разведка, 1983, № 1, с.
39. Пулик Т. И. Учет кругооборота средств при экономической оценке месторождений плавикового шпата. М., ВИНТИ, № 5863, 1983.
40. Регентов С. Н. Достоверность геолого-экономической оценки рудных месторождений.— В кн.: Проблемы повышения эффективности геологоразведочных работ. М., 1980, с. 85—88.
41. Симakov В. А. Годовая производительность рудника. МГРИ, 1978.
42. Суражский Д. Я. К вопросу о стадийности разведки и классификации запасов твердых полезных ископаемых.— Советская геология. 1974, № 2, с. 3—8.
43. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., Экономика, 1969.
44. Типовые методические положения по применению кондиций на твердые ископаемые в процессе разработки месторождений. М., ИПКОН АН СССР, 1981.
45. Трунина Т. Н. Определение замыкающих затрат на базе оптимизационного плана развития отраслей (упрощенная модель). М., ВИНТИ, 1983.
46. Хитрик М. С. Допустимый риск при разведке месторождений цветных металлов.— В кн.: Пути повышения экономической эффективности геологоразведочных работ. М., 1973.
47. Хрущов Н. А. Основные принципы разработки оценочных (браковочных) кондиций для рудных месторождений на стадиях поисковых и поисково-разведочных работ.— Советская геология, 1969, № 6, с. 125—130.
48. Хрущов Н. А. Учет фактора времени в процессе поисков, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых.— Советская геология, 1981, № 7, с. 33—41.
49. Хрущов Н. А. Экономические основы расчета кондиций на минеральное сырье.— Советская геология, 1973, № 2, с. 3—9.
50. Шумилин М. В., Викентьев В. А. Подсчет запасов урановых месторождений. М., Недра, 1982.

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Общие положения	6
Цель, задачи и принципы геолого-экономической оценки	6
Факторы, определяющие промышленную ценность месторождения	8
Сложность геолого-экономической оценки	18
Глава 2. Требования к изученности месторождений и последовательность проведения геологоразведочных работ	21
Учет и классификация запасов полезных ископаемых	21
Стадийность геологоразведочных работ	30
Достоинства и недостатки действующих методических положений	33
Глава 3. Годовая производительность горного предприятия и экономическая эффективность капитальных затрат	41
Определение годовой производительности горного предприятия	42
Годовая производственная мощность в связи с запасами полезного ископаемого и сроком существования горного предприятия	45
Установление годовой производительности рудника по конечной продукции перерабатывающих предприятий	47
Экономически целесообразная (оптимальная) производительность горного предприятия	48
Капитальные вложения и их эффективность	50
Экономическая эффективность капитальных вложений	52
Глава 4. Экономическая эффективность эксплуатации месторождений	59
Показатели оценки месторождений полезных ископаемых	59
Товарная продукция	68
Себестоимость продукции	70
Цены на минеральное сырье и продукты его переработки	76
Предельные (замыкающие) затраты и методика их определения	78
Особенности формирования цен на разведанные запасы полезных ископаемых и продукты их переработки	84
Прибыль и рентабельность от использования разведанных запасов полезных ископаемых	91
Дифференциальный горный доход	94
Глава 5. Критерии оптимальности и фактор времени при геолого-экономической оценке месторождений	100
Критерии оптимальности	100
Фактор времени и геолого-экономическая оценка месторождений	108
Глава 6. Кондиции к подсчету запасов полезных ископаемых	117
Оценка объектов геологоразведочных работ с учетом требований горной технологии	117
Действующие методические указания по выбору и обоснованию кондиций	120
Современные представления о предельно допустимых содержаниях полезных компонентов	125
Основные недостатки действующих методических положений по выбору к обоснованию кондиций	136
Методика экономического обоснования минимального промышленного содержания	138
Определение минимального промышленного содержания полезного компонента в комплексных рудах	148
Пути совершенствования методики обоснования кондиций	151

Глава 7. Подсчет запасов полезных ископаемых	162
Факторы, осложняющие подсчет запасов	162
Оконтуривание и блокировка запасов	165
Вычисление средних значений геологоразведочных параметров по пересечениям и методы их распространения на прилегающие объемы недр	163
Особенности подсчета запасов сопутствующих компонентов	172
Глава 8. Достоверность подсчета запасов полезных ископаемых	173
Прогнозный характер оценок запасов	173
Качественные критерии достоверности оценки запасов	175
Количественные критерии достоверности оценки запасов	177
Учет степени неопределенности информации при геолого-экономической оценке месторождений	181
Глава 9. Геолого-экономическая оценка месторождений на разных стадиях работ	184
Общие положения	184
Особенности оценки на стадиях поисковых и поисково-оценочных работ	187
Особенности геолого-экономической оценки месторождений на разведочных стадиях	191
Особенности геолого-экономической оценки месторождений в условиях действующих горных предприятий	196
Список литературы	201

**Алексей Борисович Каждан,
Любовь Павловна Кобахидзе**

**ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Редактор издательства **А. М. Пospelова**
Переплет художника **В. Б. Строганова**
Художественный редактор **В. В. Евдокимов**
Технический редактор **М. Е. Карева**
Корректор **Е. В. Мухина**

ИБ № 5085

Сдано в набор 25.06.84. Подписано в печать 20.11.84. Т-22533. Формат 60×90/16.
Бумага типогр. № 1. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл.
печ. л. 13,0. Усл. кр.-отт. 13,19. Уч.-изд. л. 15,0. Тираж 3400 экз. Заказ
4-250/9144-14. Цена 2 р. 40 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 103633, Москва, К-12,
Третьяковский проезд, 1/19

Харьковская книжная фабрика «Коммунист», 310012,
Харьков-12, ул. Энгельса, 11.

Каганович С. Я.
ЭКОНОМИКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

2-е изд., перераб. и доп.
1985.— 13 л.,— 2 р.

Обоснована научная специализация экономики минерального сырья, показаны ее задачи и взаимосвязь со смежными науками. Даны основные геолого-экономические понятия и термины. Рассмотрены системная характеристика минерально-сырьевой базы, закономерности и тенденции ее развития. Охарактеризованы основные научные и практические проблемы экономики минерального сырья. Второе издание (1-е изд.—1975) переработано и дополнено с учетом новых материалов по методам анализа, планирования и прогнозирования минеральных ресурсов, по экономической оценке месторождений полезных ископаемых и др.

Для экономистов, геологов и других специалистов, занимающихся вопросами экономики минерального сырья и развития минерально-сырьевой базы.

Куров А. В., Назаров В. И., Попов Ю. В.
ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
ОСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
МИРОВОГО ОКЕАНА
1985.— 15 л.,— 75 к.

Рассмотрены геолого-экономические аспекты освоения минеральных ресурсов Мирового океана на примере зарубежного опыта. Дан анализ экономических показателей освоения морских ресурсов нефти и газа, железомарганцевых конкреций, полезных ископаемых в россыпях, рессолах и других морских источниках. Систематизирован и обобщен опыт морских геологоразведочных работ за рубежом. Охарактеризованы состояние, тенденция развития и эффективность поисков, разведки и добычи сырьевых богатств Мирового океана.

Для геологов, экономистов, технологов и других специалистов, занимающихся проблемой освоения морских минеральных ресурсов.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК В ГЕОЛОГИИ**
Белов Г. В., Богданов А. Ш., Асташкин Ю. А. и др.
1985.— 10 л.— 50 к.

Показана взаимосвязь экономической эффективности научно-технических разработок с экономической эффективностью геологоразведочных работ. В систематизированном виде изложены методические положения и принципы определения экономической эффективности новой техники, технологии и методики геологоразведочных работ, а также методы расчета показателей, характеризующих их качественные изменения. Рассмотрены социальные последствия внедрения новых разработок. Даны методы и приемы расчета экономической эффективности новых методов, техники и технологии при производстве основных видов геологоразведочных работ. Указаны пути их дальнейшего совершенствования. Отражена специфика оценки экономической эффективности разработок на стадии научных исследований.

Для инженерно-технических работников геологоразведочных организаций.

Смирнова А. С.
ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ В ГЕОЛОГИИ.
1985.— 12 л.— 1 р. 80 к.

Рассмотрены особенности и составные части геологической информации: геологическое знание, документы — носители знания и язык — средство фиксации знания. Описаны методы анализа и оценки геологической информации. Информационный анализ изложен на базе рассмотрения различных геологических задач. Даны практические рекомендации по использованию результатов информационного анализа при создании автоматизированных информационно-поисковых систем и банков данных применительно к основной геологической деятельности.

Для геологов и других специалистов, связанных с получением и обработкой геологической информации, а также разработкой автоматизированных информационных систем в геологии.

Интересующие Вас книги

Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, или заказать через отдел «Книга — почтой» магазинов:
№ 17 — 199178, Ленинград, В. О., Средний проспект, 61;
№ 59 — 127412, Москва, Коровинское шоссе, 20

Издательство «Недра»

Каганович С. Я.
ЭКОНОМИКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

2-е изд., перераб. и доп.
1985.— 13 л.,— 2 р.

Обоснована научная специализация экономики минерального сырья, показаны ее задачи и взаимосвязь со смежными науками. Даны основные геолого-экономические понятия и термины. Рассмотрены системная характеристика минерально-сырьевой базы, закономерности и тенденции ее развития. Охарактеризованы основные научные и практические проблемы экономики минерального сырья. Второе издание (1-е изд.—1975) переработано и дополнено с учетом новых материалов по методам анализа, планирования и прогнозирования минеральных ресурсов, по экономической оценке месторождений полезных ископаемых и др.

Для экономистов, геологов и других специалистов, занимающихся вопросами экономики минерального сырья и развития минерально-сырьевой базы.

Куров А. В., Назаров В. И., Попов Ю. В.
ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
ОСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
МИРОВОГО ОКЕАНА
1985.— 15 л.,— 75 к.

Рассмотрены геолого-экономические аспекты освоения минеральных ресурсов Мирового океана на примере зарубежного опыта. Дан анализ экономических показателей освоения морских ресурсов нефти и газа, железомарганцевых конкреций, полезных ископаемых в россыпях, рессолах и других морских источниках. Систематизирован и обобщен опыт морских геологоразведочных работ за рубежом. Охарактеризованы состояние, тенденция развития и эффективность поисков, разведки и добычи сырьевых богатств Мирового океана.

Для геологов, экономистов, технологов и других специалистов, занимающихся проблемой освоения морских минеральных ресурсов.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК В ГЕОЛОГИИ**
Белов Г. В., Богданов А. Ш., Асташкин Ю. А. и др.
1985.— 10 л.— 50 к.

Показана взаимосвязь экономической эффективности научно-технических разработок с экономической эффективностью геологоразведочных работ. В систематизированном виде изложены методические положения и принципы определения экономической эффективности новой техники, технологии и методики геологоразведочных работ, а также методы расчета показателей, характеризующих их качественные изменения. Рассмотрены социальные последствия внедрения новых разработок. Даны методы и приемы расчета экономической эффективности новых методов, техники и технологии при производстве основных видов геологоразведочных работ. Указаны пути их дальнейшего совершенствования. Отражена специфика оценки экономической эффективности разработок на стадии научных исследований.

Для инженерно-технических работников геологоразведочных организаций.

Смирнова А. С.
ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ В ГЕОЛОГИИ.
1985.— 12 л.— 1 р. 80 к.

Рассмотрены особенности и составные части геологической информации: геологическое знание, документы — носители знания и язык — средство фиксации знания. Описаны методы анализа и оценки геологической информации. Информационный анализ изложен на базе рассмотрения различных геологических задач. Даны практические рекомендации по использованию результатов информационного анализа при создании автоматизированных информационно-поисковых систем и банков данных применительно к основной геологической деятельности.

Для геологов и других специалистов, связанных с получением и обработкой геологической информации, а также разработкой автоматизированных информационных систем в геологии.

Интересующие Вас книги

Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, или заказать через отдел «Книга — почтой» магазинов:
№ 17 — 199178, Ленинград, В. О., Средний проспект, 61;
№ 59 — 127412, Москва, Коровинское шоссе, 20

Издательство «Недра»